പരിസ്ഥിതി
മലിനീകരണം

ജനകീയ ശാസ്ത്രപരമ്പര

പരിസ്ഥിതി മലിനീകരണം

എൻ. മണിവാചകം

വിവർത്തനം

ഡോ.സി.പി.മേനോൻ



നാഷണൽ ബുക്ക് ട്രസ്റ്റ്, ഇന്ത്യ

ISBN 81-237-2149-8

1998 (*ശക 1918*)

Environmental Pollution (*Malayalam*)

രൂ. **40.00**

പ്രസാധനം: ഡയറക്ടർ, നാഷണൽ ബുക്ക് ട്രസ്റ്റ്, ഇന്ത്യ,
എ-5, ഗ്രീൻ പാർക്ക്, ന്യൂ ഡൽഹി-110 016

സമർപ്പണം

അച്ഛനമ്മമാർ

സി. കെ. നടരാജൻ & അരുണഗിരി അമ്മാൾ

പത്നി

ശിവബാക്യം

മകൻ

ശക്തികുമാർ

ഉള്ളടക്കം

ആമുഖം

പരിസ്ഥിതിമലിനീകരണം സംബന്ധിച്ച് വിപുലമായ സാഹിത്യമുണ്ടെങ്കിലും ആ വിജ്ഞാനത്തിലെ ഏറിയ അംശവും ശാസ്ത്ര സാങ്കേതിക മാസികകളിൽ ചിതറിക്കിടക്കുകയാണ്. കുറച്ചു പുസ്തകങ്ങൾ മാത്രമേ ഈ വിഷയത്തിൽ എഴുതപ്പെട്ടിട്ടുമുള്ളു. വായുവിനും വെള്ളത്തിനും മണ്ണിനും സംഭവിക്കുന്ന മലിനീകരണങ്ങൾ, താപവും വികിരണവും ശബ്ദവും സൃഷ്ടിക്കുന്ന മലിനീകരണങ്ങൾ എന്നിങ്ങനെ പലമട്ടിലുള്ള പരിസ്ഥിതിമലിനീകരണങ്ങളെയും അവ മനുഷ്യരിലും പരിസ്ഥിതിയിലും ഉണ്ടാക്കുന്ന പ്രത്യാഘാതങ്ങളെയും പറ്റിയുള്ള വിവരണങ്ങൾ ഒറ്റഗ്രന്ഥത്തിലായി ഇന്ന് ലഭ്യമല്ല. ഈ കുറവ് പരിഹരിക്കണമെന്ന ലക്ഷ്യത്തോടെയാണ് ഈ കൃതി രചിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത്.

എട്ട് അധ്യായങ്ങളാണ് ഇതിലുള്ളത്. ഓരോ അധ്യായത്തിലും പരിസ്ഥിതിമലിനീകരണത്തിന്റെ ഓരോവശംമാത്രം പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കുന്നു. അനാവശ്യമായ വിവരണങ്ങൾ ഒഴിവാക്കി വസ്തുതകൾ സംക്ഷിപ്തരൂപത്തിൽ നിരത്തിയിരിക്കയാണ്. ഭൗതികശാസ്ത്ര വിഷയങ്ങളാണ് ഗ്രന്ഥകാരൻ പഠിച്ചിട്ടുള്ളതെങ്കിലും ജീവശാസ്ത്രത്തിലെയും ഇക്കോളജിയിലെയും സിദ്ധാന്തങ്ങൾക്കു കൂടി ഊന്നൽ നൽകിയിട്ടുണ്ട്.

പാരിസ്ഥിതിക പ്രശ്നങ്ങളെക്കുറിച്ച് പഠിക്കുന്നവർക്ക് പൊതുവെയും –'പബ്ളിക് ഹെൽത്ത് എൻജിനീയറിങ്' കോഴ്സിലുള്ള വിദ്യാർഥികൾക്ക് പ്രത്യേകിച്ചും–ഈ ഗ്രന്ഥം ഒരു പാഠപുസ്തകമെന്ന രീതിയിൽ പ്രയോജനപ്പെടുമെന്ന് കരുതുന്നു. മാത്രമല്ല, അധ്യാപകർക്കും ഇപ്പോൾ നിലവിലുള്ള പാഠ്യപദ്ധതികളിൽ പാരിസ്ഥിതികപ്രശ്നങ്ങളുടെ ചർച്ചകൾ കൂടി ഉൾപ്പെടുത്താനും ഇത് സഹായകമാകും. മറ്റുള്ളവർക്കാകട്ടെ മലിനീകരണത്തെയും അതിന്റെ നിയന്ത്രണമാർഗങ്ങളെയും കുറിച്ചുള്ള വിജ്ഞാനത്തിലേക്ക് ഒരു ശാസ്ത്രീയ പ്രവേശികയുമാണിത്.

ഈ ഗ്രന്ഥത്തിന്റെ രചനയിൽ ആദ്യന്തം എനിക്കു വിലപ്പെട്ട സഹായം നൽകിയ വ്യക്തിയാണ് ശ്രീ. ജി.സുധാകർ, എം.എസ്സി, എം.എഡ്., അസിസ്റ്റന്റ് പ്രൊഫസർ, പി.എസ്.ജി.കോളേജ് ഓഫ് ആർട്സ് ആൻഡ് സയൻസ്, കോയമ്പത്തൂർ. അദ്ദേഹത്തോടുള്ള നിസ്സീമമായ കൃതജ്ഞത ഞാനിവിടെ രേഖപ്പെടുത്തുന്നു. 'വായുമലിനീകരണം' എന്ന അധ്യായം തയ്യാറാക്കുന്നതിൽ സഹായിച്ച ശ്രീ. എസ്. മുരുഗേശനോട് എനിക്ക് പ്രത്യേകമായ കടപ്പാടുണ്ട്. മറ്റു പലരുടെയും കൂടി സഹകരണം ഈ ഉദ്യമത്തിൽ എനിക്ക് ലഭിച്ചിട്ടുള്ളത് നന്ദിപൂർവം ഞാൻ അനുസ്മരിക്കുന്നു. ശ്രീ. എൻ.ജയപ്ര

കാൾ (ഇന്ത്യൻ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഒഫ് ടെക്നോളജി, മദ്രാസ്), എൻ. രവീന്ദ്രൻ, എം. എസ്സി (അഗ്രി.), (തമിഴ്നാട് അഗ്രിക്കൾച്ചറൽ യൂണിവേഴ്സിറ്റി), എ. സുന്ദരമൂർത്തി (മദ്രാസ് യൂണിവേഴ്സിറ്റി), എം.പി.സുബ്രഹ്മണ്യൻ എന്നിവരോട്, അവരുടെ വിലപ്പെട്ട നിർദേശങ്ങളുടെയും വിമർശനങ്ങളുടെയും പേരിൽ എനിക്കുള്ള കൃതജ്ഞത പ്രത്യേകം എടുത്തുപറഞ്ഞുകൊള്ളട്ടെ.

ലോകാരോഗ്യസംഘടന, ഇന്ത്യൻ കൗൺസിൽ ഒഫ് മെഡിക്കൽ റിസർച്ച് എന്നിവ തങ്ങളുടെ പ്രസിദ്ധീകരണങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള ചില ഭാഗങ്ങൾ ഈ പുസ്തകത്തിൽ ഉദ്ധരിക്കുവാൻ സദയം അനുവദിച്ചതിൽ ഞാൻ കൃതജ്ഞനാണ്.

അവസാനമായി, ഈ പുസ്തകം പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തുന്നതിന് ശുഷ്കാന്തിയോടെ താൽപ്പര്യമെടുത്ത നാഷണൽ ബുക്ക് ട്രസ്റ്റിനോടുള്ള ഹാർദമായ നന്ദിയും സന്തോഷപൂർവം രേഖപ്പെടുത്തിക്കൊള്ളുന്നു.

എൻ. മണിവാചകം

കൃതജ്ഞത

ഈ പുസ്തകം പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്താൻ സദയം അനുമതിനൽകിയ ഡോ. വി. കപാലിയോടും (ഡയറക്ടർ ഒഫ് പബ്ളിക് ഹെൽത്ത് & പ്രിവന്റിവ് മെഡിസിൻ, ഗവൺമെന്റ് ഒഫ് തമിഴ്നാട്, മദ്രാസ്) ഇത്തരമൊരു കൃതി രചിക്കുവാനുള്ള ഉത്സാഹം എന്നിൽ സൃഷ്ടിച്ച ശ്രീ. ജി. സ്വാമിനാഥനോടും (ചീഫ് വാട്ടർ അനലിസ്റ്റ്, കോയമ്പത്തൂർ) ഉപകാരസ്മരണയോടെ നന്ദി.

എൻ. മണിവാചകം

കളർ ട്രാൻസ്പേരൻസികൾ നൽകിയ ഡോ. ഒ. സി. ടെയ്‌ലർ, ഡോ. ഇ. എഫ്. ഡാർലി (റിട്ട.) (സാറ്റലൈറ്റ് എയർ പൊല്യൂഷൻ റിസർച്ച് സെന്റർ, യൂണി. ഒഫ് കാലിഫോർണിയ) എന്നിവരോടും ഞാൻ ഇവിടെ കൃതജ്ഞത രേഖപ്പെടുത്തുന്നു.

"മലിനീകരണത്തിന്റെ ഭീഷണികൾ യഥാർഥമാണ്. അവ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന സാമ്പത്തിക ഭവിഷ്യത്തുകൾ യഥാർഥമാണ്. ശക്തമായ വാദങ്ങൾ ഉന്നയിക്കാൻ ആവശ്യമായ ഡാറ്റയുണ്ട്."

–മൽവിൻ ജെ. ജോസഫ്സ്

പരിസ്ഥിതി ശാസ്ത്രസാങ്കേതിക: 1 : 525 (1967)

1

പരിസ്ഥിതി മലിനീകരണം ഒരു മുഖവുര

പരിസ്ഥിതി എന്ന പദം വിശദീകരിക്കേണ്ട ആവശ്യമില്ല. വായുവും വെള്ളവും മണ്ണുമാണ് അതിന്റെ ഘടകങ്ങൾ. മലിനീകരണം (Pollution), മലിനപ്പെടുത്തൽ (Polluting) എന്നീ വാക്കുകൾക്ക് കണിശമായ നിർവചനം നൽകാൻ എളുപ്പമല്ല. ഇവയെ ഓക്സ്ഫോർഡ് ഇംഗ്ലീഷ് നിഘണ്ടു താഴെ പ്പറയുന്ന വിധത്തിലാണ് നിർവചിച്ചിരിക്കുന്നത്:

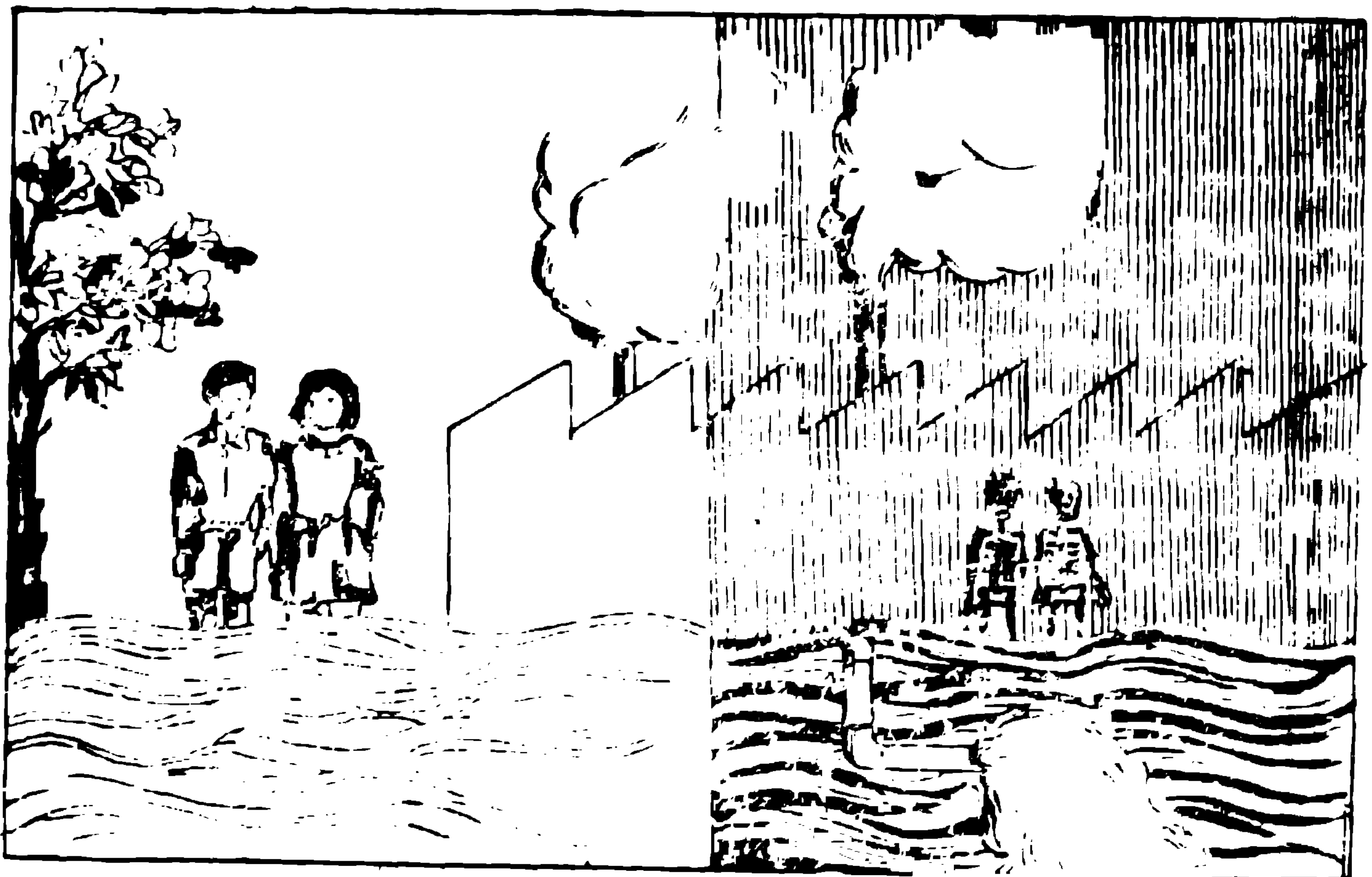
Pollute (മലിനപ്പെടുത്തുക): നൈർമല്യമോ വിശുദ്ധിയോ നശിപ്പിക്കുക; (വെള്ളവും മറ്റും) അഴുക്കോ വൃത്തികേടോ ഉള്ളതാക്കിത്തീർക്കുക.

Pollution (മലിനീകരണം): മലിനപ്പെടുത്തുന്ന പ്രവൃത്തി.

മലിനീകരണം എന്തെന്ന് നിർവചിക്കുന്നതിനേക്കാൾ എളുപ്പം വിവരിക്കുന്നതാണ്. നമ്മുടെ പരിസരത്തിന് അനാശാസ്യമായ മാറ്റങ്ങൾ ഉണ്ടാവുക എന്നതാണ് പരിസ്ഥിതി മലിനീകരണം എന്ന് പറയാം. അതാകട്ടെ മനുഷ്യരുടെ പ്രവൃത്തികൾ കൊണ്ടാണ് മുഖ്യമായി സംഭവിക്കുന്നതും. ഊർജത്തിന്റെ പ്രതിരൂപങ്ങൾ, വികിരണത്തിന്റെ വിതാനങ്ങൾ, ജീവികളുടെ ബാഹുല്യം, അവയുടെ ശരീരത്തിന്റെ രാസീയവും ഭൗതികവുമായ ഘടന മുതലായവയിലുണ്ടാകുന്ന പരിവർത്തനങ്ങളാണ് പരിസ്ഥിതിമലിനീകരണമായിത്തീരുന്നത്. മലിനീകരണത്തിന്റെ ദോഷഫലങ്ങൾ ചിലപ്പോൾ നേരിട്ട് ദൃശ്യമാകുന്നു. ചിലപ്പോൾ വായുവിൽ ദുർഗന്ധമായി അനുഭവപ്പെടുന്നു. മലിനീകരണംകൊണ്ട് പുഴകളിലും കായലുകളിലുമുള്ള മത്സ്യങ്ങൾക്കും ഇതര ജലജീവികൾക്കും വിഷബാധയുമുണ്ടാകാറുണ്ട്. വായുവെ ശ്വസനയോഗ്യമല്ലാതാക്കുന്ന പദാർഥങ്ങൾ അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് തള്ളിവിടുന്നതും, മണ്ണിനും വെള്ളത്തിനും ഗുണക്ഷയമുണ്ടാക്കുന്നതും, മനുഷ്യരുടെയും സസ്യങ്ങളുടെയും മൃഗങ്ങളുടെയും ആരോഗ്യം ഹനിക്കുന്ന പദാർഥങ്ങൾ പുറത്തുവിടുന്നതുമെല്ലാം മലിനീകരണത്തിൽ പെടുന്നു. ഇതിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്തമായി സംദൂഷകങ്ങളായ ഗന്ധം, ശബ്ദം എന്നിവ പൊതുവെ ശല്യമോ അസ്വാസ്ഥ്യമോ മാത്രമേ ഉണ്ടാക്കാറുള്ളു എങ്കിലും

ചിലപ്പോൾ ആരോഗ്യത്തിന് അപകടം വരുത്തുന്നവയാണ്. നമ്മുടെ ജൈവ മണ്ഡലത്തിന് മലിനീകരണം കൊണ്ടുണ്ടാകുന്ന ദോഷങ്ങൾ നിരവധി യാണ്; അതെല്ലാം ഏറി വരികയും ചെയ്യുന്നു. വേണ്ടവിധത്തിൽ തടഞ്ഞി ല്ലെങ്കിൽ അവ ഭൂമിയെ നിവാസയോഗ്യമല്ലാതാക്കിത്തീർക്കും.

നഗരങ്ങളിൽ ജനങ്ങൾ തിങ്ങിക്കൂടുന്നത് വർധിച്ചതിനാൽ അവിടെ വായുവിന്റെ മലിനീകരണം തീവ്രമായി ഉയർന്നിട്ടുണ്ട്. വ്യവസായങ്ങളുടെ വളർച്ചയും അതുപോലെതന്നെ ജനപ്പെരുപ്പവും ജലമലിനീകരണം വർ ധിക്കുവാൻ കാരണമായി. വ്യാവസായികമോ വാണിജ്യപരമോ ഗാർഹി കമോ ആയ സ്രോതസ്സുകളിൽനിന്ന് വിസർജിക്കപ്പെടുന്ന ഖരവസ്തുക്കൾ പ്രമുഖമായ പഠനവിഷയമായിരിക്കുന്നു. ഇതിനുപുറമെ, മോട്ടോർ വാഹ നങ്ങൾ, വ്യാവസായിക പ്രവർത്തനങ്ങൾ, കെട്ടിടനിർമ്മാണങ്ങൾ എന്നിവ യുടെ ഭീമമായ പെരുപ്പം കൊണ്ട് ശബ്ദം കഠോരമായി വർധിച്ചിട്ടുമുണ്ട്. ലോകത്തിലെ വായുമണ്ഡലീയവും സമുദ്രീയവുമായ വ്യൂഹങ്ങളിൽ റേഡി യോപ്രസരമുള്ള പദാർഥങ്ങളും മറ്റു ചില മാലിന്യകാരകങ്ങളും വിപുല മായി വ്യാപിച്ച് തുടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. ജനിതകവും, അല്ലാത്തതുമായ ജനന വൈകല്യങ്ങൾക്ക് ഇവ കാരണമാകുന്നു.

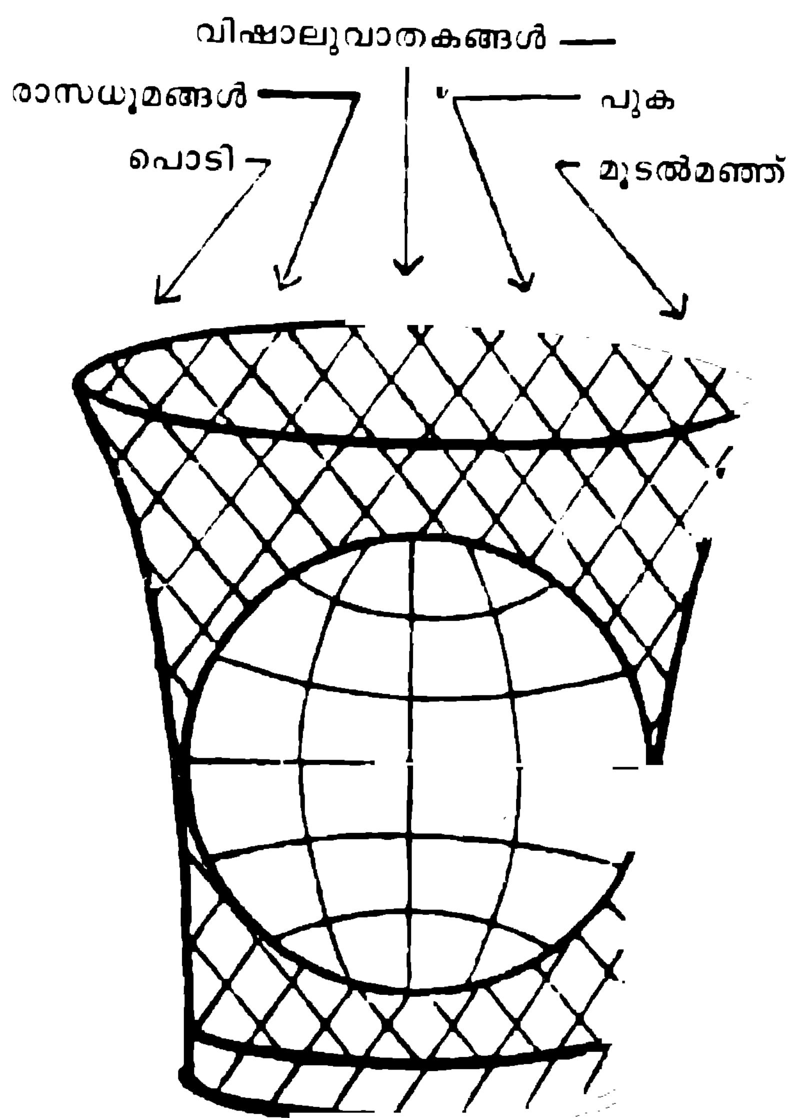


ചിത്രം.1 മലിനീകരണം മനുഷ്യരുടെയും സസ്യങ്ങളുടെയും മൃഗങ്ങളുടെയും ആരോഗ്യം ഹനിക്കുന്നു.

വായു, വെള്ളം, മണ്ണ് എന്നിവയെ സംബന്ധിച്ച പാരി സ്ഥിതികപ്രശ്നങ്ങൾ

ത്വരിതമായ വ്യവസായവൽക്കരണം കൊണ്ട് വായുവിന്റെ ഗുണം ക്ഷയിക്കുന്നു. ലോകത്തിലെ എല്ലാ നഗരപ്രദേശങ്ങളിലും ഇതു സംഭവിക്കുന്നുണ്ട്. കൽക്കരി ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ ജ്വലനം അപൂർണമാകുന്നതിനാൽ കരിയും ഗന്ധകവും ഇതര സംയുക്തങ്ങളും പുറന്തള്ളപ്പെടുന്നു. പെട്രോളിയം ഇന്ധനങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്ന മോട്ടോർകാറുകൾ, ട്രക്കുകൾ, മറ്റു തരത്തിലുള്ള യന്ത്രങ്ങൾ എന്നിവയുടെ എണ്ണം അതിവേഗം പെരുകുന്നതിനാൽ നഗരങ്ങളിൽ വായുമലിനീകരണത്തിന് പുതിയ മാനങ്ങൾ വന്നുചേർന്നിട്ടുമുണ്ട്.

ഗതാഗതത്തിരക്കേറുന്ന 'ശൃംഗ'വേളകളിൽ ട്രാഫിക്ക് കുരുക്കിൽപ്പെട്ട മോട്ടോർ വാഹനങ്ങൾ വമിക്കുന്ന ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ, മറ്റു വിഷാലുസംയുക്തങ്ങൾ എന്നിവ കൂടി ചേരുന്നതോടെ വായുദൂഷണം ആരോഗ്യത്തിന് ആപത്തുണ്ടാക്കുന്ന തോതിലെത്തുന്നു. മഹാനഗരങ്ങൾക്കു



ചിത്രം.2. നാം ശ്വസിക്കുന്ന വായു ഒരു കുപ്പത്തൊട്ടിയായിരിക്കുന്നു.

ള്ളിൽ, കൽക്കരിയും എണ്ണയും കത്തിക്കുന്ന വൈദ്യുതിനിലയങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനം അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ നില കൂടുതൽ വഷളാക്കുന്നു. ഈ വിധത്തിലും മറ്റു രീതിയിലുമുണ്ടാകുന്ന വായുമലിനീകരണം ഭൂതലീയമോ കാലാവസ്ഥാപരമോ ആയ ചില പ്രത്യേക സാഹചര്യങ്ങളിൽ ദീർഘകാലം കൊണ്ട് ഈട്ടം കൂടി വർധിച്ചു എന്നു വരാം. ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ, വ്യാവസായിക വിപ്ലവവും നമ്മുടെ ആധുനികനാഗരികതയും നാം ശ്വസിക്കുന്ന വായുവിന്റെ മണ്ഡലത്തെ ധൂളിയും ഹാനികരങ്ങളായ രാസധൂമങ്ങളും വിഷവാതകങ്ങളും പുകയും മൂടൽമഞ്ഞും ദുർഗന്ധവും നിറഞ്ഞ ഒരു കുപ്പത്തൊട്ടിയാക്കി മാറ്റിയിരിക്കുന്നു.

പുഴകളിലേക്ക് മലവും വ്യാവസായിക വിസർജ്യങ്ങളും തള്ളിവിടാൻ തുടങ്ങിയ കാലം മുതൽ നിലവിലുള്ള ഗൗരവപ്പെട്ട പ്രശ്നമാണ് ജലമലിനീകരണം. ജനസംഖ്യ വർധിക്കുമ്പോൾ ശുദ്ധജലത്തിന്റെ ആവശ്യവും അതോടൊപ്പം വിസർജ്യങ്ങളുടെയും അവശിഷ്ടവസ്തുക്കളുടെയും നിർമ്മിതിയും വർധിക്കുന്നു. വ്യവസായങ്ങൾക്ക് വേണ്ടിവരുന്ന വൈവിധ്യമാർന്ന രാസവസ്തുക്കളോ ലോഹങ്ങളോ–അല്ലെങ്കിൽ രണ്ടുംകൂടിയോ–ആവശ്യം കഴിഞ്ഞാൽ നദികൾ, അരുവികൾ, കായലുകൾ, സമുദ്രങ്ങൾ എന്നിവയിലേക്ക് വിസർജിക്കപ്പെടുന്നു. ഇതിന് പുറമെ ആധുനിക കൃഷി സമ്പ്രദായങ്ങളിൽ ഉപയോഗിച്ച് വരുന്ന നാനാതരം വളങ്ങളും കീടനാശിനികളും അനുചിതമായി മണ്ണിൽ ചേർക്കുന്നതുകൊണ്ട് അവയും ജലപ്രവാഹങ്ങളിൽ എത്തിച്ചേരുന്നു.

മണ്ണിന്റെ മലിനീകരണം കൊണ്ടുള്ള ഫലങ്ങൾ പലതാണ് അവയ്ക്ക് രാസിക സംദൂഷണം മുതൽ ഭൗതികമായ രൂപവൈകല്യം, സൗന്ദര്യപരമായ അപകർഷണം എന്നിവയോളം വ്യാപ്തിയുണ്ട്. മണ്ണിന്റെ മലിനീകരണത്തിന് മറ്റുള്ളവയെ അപേക്ഷിച്ച് ഒരു വ്യത്യാസമുണ്ട്. മാലിന്യകാരകങ്ങൾ ഏറെക്കുറെ മണ്ണിൽത്തന്നെ നീങ്ങിപ്പോകാതെ നിലനിൽക്കുന്നു. എങ്കിലും ഈ അവശിഷ്ടപദാർഥങ്ങളെ–ഉദാഹരണമായി കടലാസു കൊണ്ടു നിർമ്മിച്ച സാധനങ്ങൾ, സ്ഫടികവസ്തുക്കൾ, ലോഹങ്ങൾ, പ്ലാസ്റ്റിക്കുകൾ എന്നിവയെ – പുനശ്ചക്രണത്തിന്റെ നവീനസാങ്കേതിക രീതികൾ കൊണ്ട് ഉപയോഗാർഹമായ വസ്തുക്കളാക്കി മാറ്റുവാൻ സാധിക്കും. അവശിഷ്ടങ്ങളെ അസംസ്കൃതരൂപത്തിൽ മണ്ണിൽ വിക്ഷേപിക്കുമ്പോൾ പ്രശ്നം കൂടുതൽ വഷളാവുന്നു. ഇതു കാരണം പൊതുജനാരോഗ്യത്തിലും ഭൂതലദൃശ്യത്തിന്റെ പുനഃസ്ഥാപനത്തിലും കൂടുതലായ ശ്രദ്ധ പതിപ്പിച്ചുകൊണ്ട്, അവശിഷ്ടങ്ങളെ വിപുലവും ക്രമീകൃതവുമായ രീതിയിൽ കൈകാര്യം ചെയ്യാനുള്ള മാർഗങ്ങൾ ആവിഷ്കൃതമായിട്ടുണ്ട്. ഖരാവശിഷ്ടങ്ങൾ വായുവിൽ കത്തിക്കുന്നതുകൊണ്ട് ഗുരുതരമായ വായുമലിനീകരണപ്രശ്നങ്ങളുണ്ടാകുന്നു. പുകക്കുഴലുകളിൽ കൂടി പൊങ്ങുന്ന ദഗ്ധ

പദാർഥങ്ങളെ സ്ഥിര വൈദ്യുതി അവലംബിച്ചുള്ള അവക്ഷേപങ്ങൾകൊണ്ട് വീണ്ടും ഖരപദാർഥമാക്കി മാറ്റുവാൻ സാധിക്കും. പക്ഷേ ഈ ഖരവസ്തുക്കൾ വീണ്ടും മണ്ണിലേക്കോ വെള്ളത്തിലേക്കോ തള്ളിവിടേണ്ടിവരുന്നു. ജലാശയങ്ങളിലെത്തുന്ന ഖരാവശിഷ്ടങ്ങൾ വെള്ളം മലിനപ്പെടുത്തുന്നു.

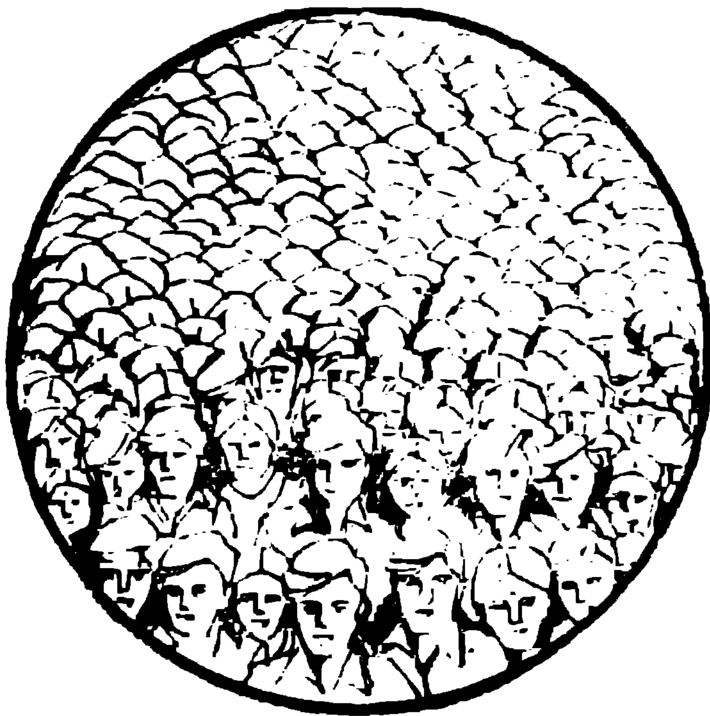
ആധുനികകൃഷിരീതികളും നവീനതരമായ സാങ്കേതിക പ്രക്രിയകളും മറ്റൊരു വിധം സംദൂഷണമുണ്ടാക്കുന്നുണ്ട്. അജൈവവളങ്ങൾ–നൈട്രജൻ, ഫോസ്ഫേറ്റ്, പൊട്ടാഷ് എന്നിവ–കൃഷിഭൂമികളിൽ വമ്പിച്ച തോതിൽ പ്രയോഗിച്ചുവരുന്നു. ഈ ഫോസ്ഫേറ്റുകളും നൈട്രേറ്റുകളും അശ്രദ്ധയോടെ വിളഭൂമിയിലും ജലപ്രവാഹങ്ങളിലും കലരുമ്പോൾ അവ കായലുകളിലും അഴിമുഖങ്ങളിലുമെത്തി സാന്ദ്രീഭവിക്കുകയും അവിടെ പായൽപ്പടർപ്പ് സൃഷ്ടിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതിനെത്തുടർന്ന് ചിലപ്പോൾ ജലാശയങ്ങളിൽ സർവത്ര വായുസമ്പർക്കം നഷ്ടമായി സസ്യങ്ങൾ ജീർണിക്കുകയും ഓക്സിജൻ പൂർണമായി ഉപയോഗിച്ചു തീരുന്നതോടെ മത്സ്യങ്ങൾ ചത്തൊടുങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നു. വളത്തിന് പുറമെ മണ്ണിൽ അനേകം പ്രാണികീടനാശിനികളും പരാദനാശിനികളും കൂടി പ്രയോഗിക്കാറുണ്ട്. ഇവ ഉപരിതലജലം മാത്രമല്ല ഭൂഗർഭജലവും ദുഷിപ്പിക്കുന്നുണ്ടെന്ന് റിപ്പോർട്ടു ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ചിലതാകട്ടെ കാറ്റുവഴിയും മഴയിൽകൂടിയും നദികളിലൂടെയും വിദൂരപ്രദേശങ്ങളിലും എത്തിച്ചേരുന്നു. ഇവ വിവിധരാജ്യങ്ങളിലെ ഉന്നതമായ പർവതപ്രദേശങ്ങളിലും സമുദ്രത്തോട് ചേർന്നുള്ള ചതുപ്പ് ഭൂമികളിലും കാണപ്പെടുന്നുണ്ടത്രേ. ഈ പദാർഥങ്ങൾ വൻതോതിലാവുമ്പോൾ മനുഷ്യർക്കും മൃഗങ്ങൾക്കും പക്ഷികൾക്കും മത്സ്യങ്ങൾക്കും ആരോഗ്യഹാനി വരുത്തുന്നു.

അണുശക്തിയുടെയും ആണവായുധങ്ങളുടെയും കണ്ടുപിടുത്തത്തോടുകൂടി മറ്റൊരുതരം മലിനീകരണം കൂടി പ്രാമുഖ്യം നേടിയിട്ടുണ്ട്. വായുവിലേക്കും ജലപ്രവാഹങ്ങളിലേക്കും റേഡിയോപ്രസരമുള്ള പദാർഥങ്ങൾ കടന്നുകൂടുകയും ജനിതക പരിണാമഹേതുക്കളാവുകയും ചെയ്യുന്നതായി നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. എണ്ണത്തിൽ പരിമിതമെങ്കിലും പ്രവർത്തനത്തിലുള്ള ആണവവൈദ്യുതി നിലയങ്ങൾ രണ്ടോ മൂന്നോ ദശകങ്ങൾക്കുള്ളിൽ അത്യന്തം രൂക്ഷമായ തോതിൽ ആരോഗ്യപരവും പാരിസ്ഥിതികവുമായ പ്രശ്നങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കും. റിയാക്ടറുകളുടെ ഉപയോഗം പ്രശ്നത്തെ വലുതാക്കിയിട്ടുണ്ട്. എങ്കിലും റേഡിയോപ്രസരമുള്ള വസ്തുക്കൾ കൊണ്ട് സംജാതമാകുന്ന ആപത്ത് ഇല്ലാതാക്കുവാനുള്ള ഉപായമൊന്നും ഇതേവരെ കണ്ടെത്തിയിട്ടില്ല.

അവസാനമായി ചൂണ്ടിക്കാട്ടുവാനുള്ളത് ശബ്ദം കാരണമുണ്ടാകുന്ന മലിനീകരണമാണ്. വർധിച്ചുവരുന്ന വ്യാവസായിക പ്രവർത്തനങ്ങൾ, മോട്ടോർ വാഹനങ്ങളുടെയും വിമാനങ്ങളുടെയും ഗതാഗതം, നമ്മുടെ ആധുനികശൈലിയിലുള്ള നിത്യജീവിത പ്രവർത്തനങ്ങൾ എന്നിവയാണ് ശബ്ദ

മലിനീകരണത്തിന്റെ മുഖ്യഹേതുക്കൾ.

മലിനീകരണത്തിന്റെ ഒന്നാമത്തേതും ഏറ്റവും മുഖ്യവുമായ ഉറവിടം, ഏറിവരുന്ന ജനസംഖ്യയാണ്. മനുഷ്യരെക്കൊണ്ട് ഭൂമി ഇപ്പോൾ നിറഞ്ഞിരിക്കുന്നു. അവരെല്ലാവരും ഉപഭോഗത്തിന് ഭൂവിഭവങ്ങളെടുക്കുകയും അവശിഷ്ടങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. മലിനീകരണവർധനയിൽ ജനപ്പെരുപ്പത്തിന് സാരമായ കയ്യുണ്ടെന്ന് വ്യക്തമാണ്. ജനപ്പെരുപ്പത്തിന്റെ അനുപാതത്തിൽ കവിഞ്ഞുള്ള ഋണാത്മകമായ ആഘാതം അത് പരിസ്ഥിതിയിലുണ്ടാക്കുന്നു. ഏറെക്കുറെ ജനസംഖ്യയുടെ വളർച്ചയോട് ചുവടൊപ്പിച്ചുകൊണ്ട് മലിനീകരണവും ഏറുന്നു. ഉദാഹരണമായി മനുഷ്യർ പെരുകുമ്പോൾ മനുഷ്യജന്യമായ വിസർജ്യാവശിഷ്ടങ്ങളും പെരുകുന്നു. മാലിന്യകാരകങ്ങളുടെയും അവശിഷ്ടങ്ങളുടെയും ആളോഹരിവീതം സ്ഥിരമായി നിൽക്കുകയാണെങ്കിൽ, അവയിൽ പരിസ്ഥിതിക്ക് ഭാരമായിത്തീരുന്ന ശിഷ്ടഭാഗം വർധിക്കുന്നത് കൃത്യമായും ജനവർധനയുടെ അനുപാതത്തിലായിരിക്കും. ഇതാകട്ടെ ഒരു പരിധിവരെ സ്വീകാര്യവുമാണ് - വെള്ളം മണ്ണ് വായു എന്നിവയ്ക്ക് അവശോഷണം തനൂകരണം സംവഹനം എന്നീ മാർഗങ്ങളിൽ കൂടിയോ മറ്റുതരത്തിലോ മാലിന്യകാരകങ്ങളെ ദോഷരഹിതമാക്കുവാനുള്ള കഴിവുള്ളതിനാൽ. പക്ഷേ പല പ്രദേശങ്ങളിലും മലിനീകരണം ഈ പരിധിപ്രാപിക്കുകയോ അതിലംഘിക്കുകയോ ചെയ്തിരിക്കുന്നു എന്നത് എടുത്തുപറയേണ്ടതുണ്ട്.



ചിത്രം.3. മലിനീകരണവൃദ്ധിക്ക് പ്രധാനഹേതു-വലുതാവുന്ന ജനസംഖ്യ.

ഇനി ചിന്തിക്കേണ്ട മറ്റൊരുഘടകം അതിവേഗം മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന വ്യാവസായിക സമ്പ്രദായങ്ങൾ പരിസ്ഥിതിയിൽ സൃഷ്ടിക്കുന്ന ആഘാതമാണ്. ഭൂമിയെ നിവാസയോഗ്യമാക്കുന്ന പ്രാകൃതിക പ്രക്രിയകൾ ഹ്രസ്വ

കാലാടിസ്ഥാനത്തിൽ മുഖ്യമായും ചാക്രികമാണെന്ന കാര്യം നാം വിസ്മരിച്ചുകൂടാ. ഈ ചക്രങ്ങളിലൂടെ കടന്ന് പോകുന്ന പദാർഥങ്ങൾ അന്യപ്രക്രിയകൾ ആരംഭിക്കുന്നതിന് മുമ്പുതന്നെ സൗരോർജത്തെ പ്രയോജനപ്പെടുത്തി പൂർവസ്ഥിതിയിൽ തിരിച്ചെത്തുന്നു. ഇതിന് വിപരീതമായി ആധുനിക സാങ്കേതിക പ്രവർത്തനങ്ങൾ പദാർഥങ്ങളെ അവയുടെ പരിമിതമായ ഭൂഗർഭനിക്ഷേപസ്ഥാനങ്ങളിൽ നിന്നും ജൈവവ്യൂഹങ്ങളിൽ നിന്നും എടുത്തുമാറ്റുകയും ഒടുവിൽ അവശിഷ്ടങ്ങളായി പുറന്തള്ളുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ അവശിഷ്ടങ്ങൾ പ്രകൃതിചക്രത്തെ ദുഷിപ്പിക്കുന്നു എന്ന് മാത്രമല്ല, വായുഘടനയ്ക്ക് മാറ്റം വരുത്തുകയും, സൗരോർജത്തിന്റെ സന്തുലനം തെറ്റിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. വ്യാവസായികപ്രവർത്തനങ്ങൾ ജൈവമണ്ഡലത്തിൽ ചെലുത്തുന്ന സമ്മർദം ഏറിവരികയാണ്. സ്വാഭാവികവും സങ്കീർണവുമായ ഇക്കോവ്യൂഹങ്ങളെ ലഘുതരമാക്കുമ്പോൾ ഇത്തരം സമ്മർദങ്ങളെ ചെറുക്കാനുള്ള അവയുടെ കഴിവ് കുറഞ്ഞുപോകുന്നു.

ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ മലിനീകരണ സ്രോതസ്സുകളുടെ സാമാന്യസൂചകങ്ങളായി ജനസാന്ദ്രതയും, വ്യവസായവൽക്കരണത്തിന്റെ നേട്ടമായി കരുതപ്പെടുന്ന ദേശീയവരുമാനത്തിന്റെ ആളോഹരി വീതവും പരിഗണിക്കപ്പെട്ടുവരുന്നു. ഒരു രാജ്യമോ പ്രദേശമോ ഈ രണ്ട് കാര്യങ്ങളിലും ഉയർച്ച നേടുമ്പോൾ അവിടെ പരിസ്ഥിതിക്ഷയം സംഭവിക്കുവാനുള്ള സാധ്യതയുണ്ടാകുന്നു. ഇതിനർഥം, പ്രാകൃതികമായ പരിസ്ഥിതി തകർന്ന് പോവുകയാണെങ്കിൽ മാനവസംസ്കാരം നിലനിൽക്കില്ലെന്നും ഈ ഗ്രഹത്തിന്റെ വിഭവങ്ങൾ പരിചരിച്ചു രക്ഷിച്ചാലേ മനുഷ്യർ ഈ വിപത്തിനെ അതിജീവിക്കുകയുള്ളൂ എന്നുമാണ്.

2

വായുമലിനീകരണം

വായുമലിനീകരണത്തിന് സൂക്ഷ്മമായ നിർവചനം നൽകുവാൻ സാധ്യമല്ല. അനേകം വാതകങ്ങളും നീരാവിയും നിഷ്ക്രിയപദാർഥങ്ങളും അടങ്ങിയ ഒരു മിശ്രിതമാണു വായു. അതിനാൽ 'ശുദ്ധമായ വായു' ലോകത്തിൽ ഒരിടത്തും കണ്ടെത്താനാവില്ല. നാം ശ്വസിക്കുമ്പോൾ ഓക്സിജൻ മാത്രമല്ല മറ്റുചില വാതകങ്ങളും പദാർഥങ്ങളും കൂടി നമ്മുടെ ശ്വസനവ്യൂഹത്തിൽ പ്രവേശിക്കുന്നു. അതിനാൽ വായുമലിനീകരണത്തേക്കാൾ വായുമാലിന്യകാരകങ്ങളെ നിർവചിക്കുന്നതാണുചിതം. അനാശാസ്യഫലങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കാവുന്ന തോതിൽ സാന്ദ്രീഭവിച്ച് വർത്തിക്കുന്ന പദാർഥങ്ങളാണ് വായുമാലിന്യകാരകങ്ങൾ. ഇതിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഹാനികരമായ വിധത്തിൽ വായുവിന്റെ ഗുണത്തിന് സംഭവിക്കുന്ന അസന്തുലനമാണ് വായുമലിനീകരണം എന്ന് പറയാം. പ്രാകൃതികമായ ജലരാശികളിലെന്നപോലെ വായുവിലും പലതരം മാലിന്യകാരകങ്ങൾ സദാ കടന്നുകൂടുന്നു. വായുവിന്റെ സ്വയംശുദ്ധീകരണ പ്രക്രിയകൾകൊണ്ട് അവ നിഷ്കാസിതവുമാവുന്നു. പക്ഷേ മലിനീകരണത്തിന്റെ തോത് അമിതമാകുമ്പോഴോ സ്വയം ശുദ്ധീകരണത്തിനുള്ള കഴിവ് ക്ഷയിക്കുമ്പോഴോ മാലിന്യപദാർഥങ്ങൾ കുമിഞ്ഞ്കൂടി ഗുരുതരമായ പൊതുജനാരോഗ്യപ്രശ്നങ്ങളുണ്ടാകുന്നു. കാട്ടുതീ കാരണമുള്ള പുകപോലെ പ്രകൃതിയിൽ സ്വാഭാവികമായിത്തന്നെ മാലിന്യകാരകങ്ങൾ ഉണ്ടെങ്കിലും, ഈ അധ്യായത്തിൽ മനുഷ്യനിർമ്മിതമായ മാലിന്യകാരകങ്ങളെപ്പറ്റി മാത്രമേ പ്രതിപാദിക്കുന്നുള്ളൂ.

മാലിന്യകാരകങ്ങളെ സൗകര്യാർഥം രണ്ട് മുഖ്യ വകുപ്പുകളാക്കി തിരിക്കാം. 1. വാതകരൂപത്തിലുള്ളവ; 2. കണികാരൂപത്തിലുള്ളവ

വാതകരൂപത്തിലുള്ള മാലിന്യകാരകങ്ങൾ

സാധാരണ താപനിലയിലും മർദത്തിലും വാതകരൂപത്തിൽ വർത്തിക്കുന്ന പദാർഥങ്ങൾ ഈ വകുപ്പിൽപെടുന്നു. തിളനില 200 ഡിഗ്രി (സി) യിൽ താഴെയായിട്ടുള്ള സംയുക്തങ്ങളുടെ ബാഷ്പങ്ങളെയും ഇതിൽ

ഉൾക്കൊള്ളിച്ചിട്ടുണ്ട്. കാർബൺ മോണോക്സൈഡ്, (Carbon Monoxide), ഗന്ധകത്തിന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ (Oxides of sulphur), ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡ് (Hydrogn Sulphide), ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ (Hydrocarbons), നൈട്രജന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ (Oxides of Nitrogen), ഓസോൺ (Ozone), മറ്റു ഓക്സീകാരകങ്ങൾ (Oxidants) എന്നിവയാണ് വാതകരൂപത്തിലുള്ള പ്രമുഖമാലിന്യകാരകങ്ങൾ.

കാർബൺ മോണോക്സൈഡ്: ഈ വാതകം അന്തരീക്ഷത്തിലെത്തുന്നത് പ്രധാനമായും മോട്ടോർവാഹനങ്ങളുടെ ബഹിർഗമനക്കുഴലിൽ (exhaust) നിന്നാണ്. കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ് മാറ്റിനിർത്തിയാൽ ബാഹുല്യത്തിൽ മുൻപന്തിയിൽ നിൽക്കുന്ന മാലിന്യകാരകം ഇതാണ്. നഗരാന്തരീക്ഷത്തിൽ ഈ വാതകത്തിന് വൻതോതിലുള്ള ദൈനികവ്യതിയാനങ്ങളുണ്ട്. വാഹനഗതാഗതത്തിന്റെ സാന്ദ്രതയനുസരിച്ച് കാർബൺമോണോക്സൈഡിന്റെ സാന്ദ്രതയും മാറുന്നതാണ്. ഏതായാലും ഗതാഗതം കുറവായ പ്രദേശങ്ങളിൽ ഇതിന്റെ അളവ്, അപകടസീമയ്ക്ക് (threshold - concentration) താഴെയാണ്.

സൾഫർ ഡയോക്സൈഡ്: വായുവിന്റെ സംദൂഷകങ്ങളിൽ പ്രമുഖമായ ഒന്നാണ് സൾഫർ ഡയോക്സൈഡ്. ഗന്ധകം അടങ്ങുന്ന ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങളുടെ ജ്വലനത്തിൽനിന്നാണിതിന്റെ ഉത്ഭവം. വിദ്യുച്ഛക്തിനിലയങ്ങളെപ്പോലെ ഇന്ധനമായി കൽക്കരി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നിടത്ത് വായുവിൽ ഇത് ധാരാളമായി കാണപ്പെടുന്നു. ഗന്ധകമടങ്ങുന്ന അയിരുകൾ ഉരുക്കുന്ന സ്ഫുടീകാരകങ്ങളിൽ നിന്നും ഉദാഹരണമായി ചെമ്പ്, ഈയം, തുത്തനാകം എന്നിവ സ്ഫുടീകരിക്കുന്ന വ്യവസായശാലകളിൽ നിന്നും-സൾഫർ ഡയോക്സൈഡ് പുറന്തള്ളപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഇതിന് പുറമെ എണ്ണശുദ്ധീകരണശാലകൾ, സൾഫ്യൂറിക് ആസിഡ് (Sulphuric Acid) വളം, കടലാസ്, പൾപ്പ് എന്നിവ ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്ന വ്യവസായശാലകൾ എന്നിവയും വൻതോതിൽ ഈ വാതകം പുറത്തുവിടുന്നു. സ്ഫുടീകരണപ്രവർത്തനങ്ങൾ കാർഷികവും വന്യവുമായ പ്രദേശങ്ങളിൽ കനത്ത നാശം സൃഷ്ടിക്കുന്നു എന്ന് പറയപ്പെടുന്നു. വെള്ളത്തിലും മണ്ണിലും സസ്യജാലങ്ങളിലും സൾഫർഡയോക്സൈഡ് എളുപ്പത്തിൽ ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നതിനാൽ ലോഹങ്ങൾ, കടലാസ്, ചായങ്ങൾ, തുകൽ, തുണികൾ, സിമന്റ്, മറ്റ് കെട്ടിടനിർമ്മാണസാമഗ്രികൾ എന്നിവയ്ക്ക് ഗുണക്ഷയവും സംക്ഷാരണവും (corrosion) സംഭവിക്കുന്നു.

ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡും ഓർഗാനിക് സൾഫൈഡും: പൊതുവെ, സാന്ദ്രത വളരെ കുറഞ്ഞിരുന്നാൽപോലും സൾഫൈഡുകൾ ദുർഗന്ധശല്യം ഉണ്ടാക്കുന്നവയാണ്. പക്ഷേ ആപൽക്കരമായ തോതിൽ അവ വ്യവസായശാലകളിൽനിന്ന് പുറന്തള്ളപ്പെടുന്നില്ല, അവശിഷ്ടങ്ങളെ

അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് തുറന്നുവിടുന്നതിന് മുൻപ് സംസ്കരണവിധേയ മാക്കുന്നതിനാൽ പ്രകൃതിവാതകശുദ്ധീകരണം, കോക്ക് (coke), കടലാസ് വിസ്കോസ് റയോൺ എന്നിവയുടെ നിർമ്മാണം, ടാറിന്റെയും പെട്രോ ളിയത്തിന്റെയും സ്വേദനം (distillation) എന്നിവയ്ക്ക് പുറമേ മറ്റുപല രാസീ യപ്രക്രിയകളും ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡും മെർകാപ്ടനുകളും (mercaptans) ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നു. മേൽപറഞ്ഞ പ്രക്രിയകളിൽ നിന്നുള്ള ബഹിഃസ്രാവങ്ങൾ കത്തിച്ചുകളയുകയോ ശുദ്ധീകാരകങ്ങളിൽ അവശേ ഷിപ്പിക്കുകയോ ചെയ്യുന്നതിനാൽ വലിയ പ്രശ്നങ്ങളൊന്നും ഉണ്ടാകു ന്നില്ല. പക്ഷേ വലിയ വിസർജ്യസംഭരണികളിൽ പണി ചെയ്യാൻ പ്രവേ ശിച്ച അനേകം മുനിസിപ്പാലിറ്റി തൊഴിലാളികൾക്ക് ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡ് ജീവാപായം വരുത്തിയെന്ന വാർത്തകളുണ്ട്.

ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡ്: സാന്ദ്രത വ്യാപ്തത്തിന്റെ 0.001പി.പി.എം. (ppm–ദശലക്ഷത്തിലൊരംശം) ആയാൽ പോലും ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡും മറ്റ് ബാഷ്പശീലമായ ഫളൂറൈഡുകളും കരുത്തുറ്റ മാലി ന്യകാരകങ്ങളായി പരിഗണിക്കപ്പെടുന്നു. അലുമിനിയം ഉരുക്കിയെടുക്കുന്ന വ്യവസായങ്ങളിൽനിന്നാണ് മുഖ്യമായും ഫളൂറൈഡുകൾ പുറന്തള്ളപ്പെ ടുന്നത്. ഇതിന് പുറമെ ഫോസ്ഫേറ്റ് വളം, സിറാമിക് വസ്തുക്കൾ എന്നി വയുടെ നിർമ്മാണവും ചില ലോഹവാർപ്പുപണികളും ഫ്ളൂറൈഡുകൾ വർധിപ്പിക്കുന്നു. ഒരു ബില്ല്യനിൽ 0.1 അംശമെന്ന തോതിൽ താഴെയുള്ള സാന്ദ്രതയിലും ഹൈഡ്രജൻഫ്ളൂറൈഡും സിലിക്കോൺ ടെട്രാഫ്ളൂ റൈഡും (silicon tetrafluoride) ചില ചെടികൾക്ക് വിഷാലുവാണെന്ന് നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡ് സസ്യങ്ങളുടെ ഇലക ളിൽ സഞ്ചയിക്കുന്നതിനാൽ മൃഗങ്ങൾക്ക് ഫ്ളൂറോസിസ് ബാധിക്കുവാ നിടയാകുന്നു. ഒട്ടേറെസസ്യങ്ങളുടെ ഇലകളും പുഷ്പങ്ങളും ഫ്ളൂറൈ ഡുകൾക്ക് എളുപ്പത്തിൽ വശംവദമാവുന്നവയാണ്. തന്മൂലം അലുമിനി യത്തിന്റെ സംസാധനം നിർവഹിക്കുന്ന വ്യവസായങ്ങളുടെ സമീപത്തുള്ള കൃഷിഭൂമികൾക്ക് ഇതൊരു വലിയ പ്രശ്നമാണ്. മാത്രമല്ല, സ്ഫടികത്തെ നിക്ഷാരണം (etching) ചെയ്യുന്നതിന് കഴിവുള്ളതിനാൽ ഗണ്യമായ ദ്രവ്യ നാശവും ഇതുകൊണ്ടുണ്ടാകുന്നു.

ഹൈഡ്രജൻ ക്ലോറൈഡ്: ഇതിന്റെ സാന്ദ്രത അന്തരീക്ഷത്തിൽ കുറ വായിട്ടാണ് കാണപ്പെടുന്നത്. പക്ഷേ അത് വർധിപ്പിച്ചാൽ സസ്യജാല ങ്ങൾക്കും വസ്തുസാമഗ്രികൾക്കും നാശം സംഭവിക്കാവുന്നതാണ്.

നൈട്രജന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ: മോട്ടോർ വാഹനങ്ങളുടെ രേചകമാണ് നൈട്രജന്റെ പ്രാഥമികമായ ഉറവിടം. നൈട്രിക് ആസിഡ്, സൾഫ്യൂറിക്ക് ആസിഡ് (ചേമ്പർ പ്രക്രിയയിലൂടെ), നൈലോണിന്റെ അന്തരാളവസ്തു ക്കൾ മുതലായവ നിർമ്മിക്കുന്ന രാസിക വ്യവസായശാലകളിലും മറ്റും

ഈ ഓക്സൈഡുകൾ ഉപോൽപ്പന്നമായി നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നു. പ്രകൃതി വാതകജ്വലനത്തിന്റെ ഉൽപ്പന്നങ്ങളിൽ 50 പി. പി. എം. വരെ നൈട്രജന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ പുറത്തുവിടുന്നുണ്ടെന്ന് നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. അന്തർദഹനയന്ത്രങ്ങളും (internal combustion engines) വ്യാവസായികചൂളകളും 500 പി.പി.എം. വരെ ഈ വാതകങ്ങൾ വമിക്കുന്നുണ്ടെന്ന് എഫ്. എൽ. ഹാളിന്റെ* ഒരു റിപ്പോർട്ട് സൂചിപ്പിക്കുന്നു. അന്തരീക്ഷമാലിന്യകാരകങ്ങളിൽ ബാഹുല്യം കൊണ്ട് രണ്ടാംസ്ഥാനത്താണ് നൈട്രജന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ. മാനവാരോഗ്യത്തിന് ഏറ്റവും ആപത്ക്കരമാണിവ. പലപ്പോഴും കാർബൺ മോണോക്സയിഡിനേക്കാൾ രൂക്ഷമാണിവയുടെ ഫലങ്ങൾ.

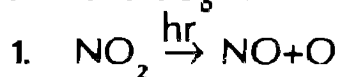
ആൽഡിഹൈഡുകളും (aldehydes) ഓർഗാനിക് ആസിഡുകളും: വളരെ കുറഞ്ഞതോതിലാണ് ഇവ അന്തരീക്ഷത്തിലുള്ളത്. പെട്രോളിയം ഇന്ധനങ്ങളുടെ അപൂർണദഹനവും സ്നേഹകതൈലങ്ങളുടെ (lubricating oils) അപൂർണമായ ഓക്സീകരണവും, ആൽഡിഹൈഡുകളും ഓർഗാനിക് ആസിഡുകളും രൂപം കൊള്ളുന്നതിന് കാരണമാകുന്നു. പ്രകൃതി വാതകജ്വലനത്തിനും ഈ പദാർഥങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നതിൽ പങ്കുണ്ട്.

ദ്വിതീയമാലിന്യകാരകങ്ങൾ: ഇതുവരെ പ്രതിപാദിച്ചതും വാതകരൂപത്തിൽ ഉള്ളതുമായ മാലിന്യകാരകങ്ങൾ പ്രാഥമിക മാലിന്യകാരകങ്ങളുടെ വകുപ്പിൽപെടുന്നു. ഇവ അന്തരീക്ഷത്തിൽ വിക്ഷിപ്തമായിട്ടല്ലാതെ സ്വതേ ഉണ്ടാകുന്നില്ല. ഇവയ്ക്കു പുറമേ അന്തരീക്ഷത്തിൽ ദ്വിതീയമാലിന്യകാരകങ്ങളും രൂപം കൊള്ളുന്നുണ്ട്. ഇവ രൂപീകൃതമാകുന്നതിൽ മോട്ടോർ വാഹനങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള ബഹിർഗമന വാതകങ്ങൾക്കു പ്രത്യേക പ്രാധാന്യമുണ്ടെന്നു പരീക്ഷണങ്ങളും തെളിവുകളും സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി പെട്രോളിയവും മറ്റ് ഇന്ധനങ്ങളും ജ്വലിപ്പിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന നൈട്രജന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ അന്തരീക്ഷത്തിൽ പ്രവേശിക്കുന്നു. സൂര്യപ്രകാശത്തിന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ ഇവയിൽ നിന്ന് ഓസോൺ രൂപം കൊള്ളുന്നു. അതായത് ഓസോൺ അതേപടി അന്തരീക്ഷത്തിൽ വിക്ഷിപ്തമാകുന്നതല്ല. പ്രാഥമിക മാലിന്യകാരകങ്ങൾ തമ്മിൽ അന്തരീക്ഷത്തിൽ വച്ചുണ്ടാകുന്ന അന്യോന്യ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ നിന്ന് സംജാതമാകുന്ന ഒരു മാലിന്യകാരകമാണ് ഓസോൺ. ഇത് രാസീയമായി ഹൈഡ്രോകാർബണുമായി പ്രവർത്തിച്ച് ആൽഡിഹൈഡുകൾ, കീറ്റോണുകൾ (ketones), ഓർഗാനിക് ആസിഡുകൾ, അസിൽ നൈട്രേറ്റുകൾ (acyl nitrates–ജൈവസംയുക്തങ്ങളുടെ ഒരു ഗ്രൂപ്പ്), പെറോക്സി

---

* സ്റ്റാൻഫോർഡ് റിസർച്ച് ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട്, ലോസ് ആഞ്ചലസ്, എഫ്.എൽ.ഹാൾ: രണ്ടാമത്തെ നാഷണൽ എയർ പൊല്യൂഷൻ സിമ്പോസിയത്തിലെ പ്രമേയചർച്ചാപ്രസിദ്ധീകരണത്തിലുള്ള "products of combustion of gaseous fuels" എന്ന ലേഖനത്തിൽ.

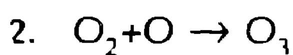
സംയുക്തങ്ങൾ (peroxy compounds) എന്നിവ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ഇത്തരം പ്രകാശരാസക്രിയകൾ സാധാരണമായി ഹിമധൂമികയിലാണ് സംഭവിക്കുന്നത്. ഹിമധൂമിക എന്നപദം ഹിമവും ധൂമവും ചേർന്ന മിശ്രിതത്തെ കുറിക്കുന്നു. ഹിമധൂമികയുള്ളപ്പോൾ ഓസോണിന്റെയും ഓക്സീകാരകവസ്തുക്കളുടെയും സാന്ദ്രത ഉയർന്നിരിക്കുന്നതായി നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഹാഗൻ–സ്മിറ്റ് (Haagen-Smit) സിദ്ധാന്തമനുസരിച്ച് സൂര്യപ്രകാശത്തിലെ അൾട്രാവയലറ്റ് രശ്മികൾ നൈട്രജൻ ഡയോക്സൈഡ് തന്മാത്രയെ വിഘടിപ്പിക്കുന്നു; ഇതിൽ നിന്ന് നൈട്രിക്ഓക്സൈഡും ആണവ ഓക്സിജനും ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ ഉല്പന്നങ്ങളും ഓക്സിജൻ തന്മാത്രകളും രാസീയമായി സംയോജിച്ച് ഓസോൺ രൂപം കൊള്ളുന്നു. ഈ അഭിക്രിയകൾ താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന വിധത്തിലവതരിപ്പിക്കാം:



1. $NO_2 \xrightarrow{hr} NO+O$

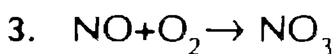
   അൾട്രാവയലറ്റ് രശ്മികൾ

   നൈട്രജൻഡയോക്സൈഡ് → നൈട്രിക്ഓക്സൈഡ് + ആണവഓക്സിജൻ



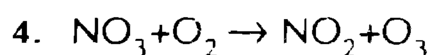
2. $O_2+O \rightarrow O_3$

   തന്മാത്രീയ ഓക്സിജൻ + ആണവഓക്സിജൻ → ഓസോൺ



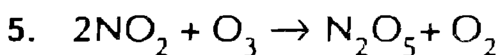
3. $NO+O_2 \rightarrow NO_3$

   നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ് + തന്മാത്രീയഓക്സിജൻ → നൈട്രജൻട്രയോക്സൈഡ്.



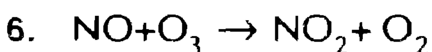
4. $NO_3+O_2 \rightarrow NO_2+O_3$

   നൈട്രജൻ ട്രയോക്സൈഡ് + തന്മാത്രീയ ഓക്സിജൻ → നൈട്രജൻ ഡയോക്സൈഡ് + ഓസോൺ



5. $2NO_2 + O_3 \rightarrow N_2O_5 + O_2$

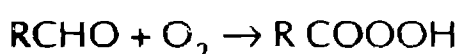
   നൈട്രജൻ ഡയോക്സൈഡ്+ഓസോൺ → നൈട്രജൻ പെന്റോക്സൈഡ്+തന്മാത്രീയ ഓക്സിജൻ



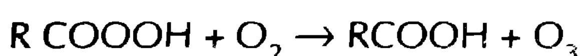
6. $NO+O_3 \rightarrow NO_2+O_2$

   നൈട്രിക് ഓക്സൈഡ്+ഓസോൺ → നൈട്രജൻ ഡയോക്സൈഡ് + തന്മാത്രീയ ഓക്സിജൻ.

ഇവയിൽ ഉത്ഭവിക്കുന്ന തന്മാത്രീയഓക്സിജൻ, പ്രകാശത്തിന്റെ ആഗിരണം കൊണ്ട് സക്രിയമാക്കപ്പെട്ട ആൽഡിഹൈഡുകൾ, ഓക്സിജൻ കലർന്ന ജൈവസംയുക്തങ്ങൾ എന്നിവയോട് രാസീയപ്രവർത്തനത്തിൽ ഏർപ്പെടുന്നു.



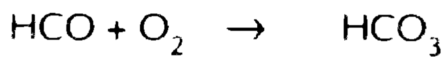
$$RCHO + O_2 \rightarrow R\,COOOH$$



$$R\,COOOH + O_2 \rightarrow RCOOH + O_3$$

വീണ്ടും ഓസോൺ ഉപോല്പന്നമായി ഉത്ഭവിക്കുന്നു.

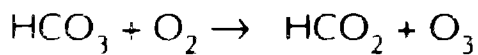
പ്രാകാശികോർജം ഉൾക്കൊള്ളുന്നതോടെ ആൽഡിഹൈഡുകളിലും കീറ്റോണുകളിലും ഒരംശം സ്വതന്ത്രറാഡിക്കലുകളായിത്തീരുന്നു. ഇവ തന്മാത്രീയ ഓക്സിജനുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്നു:



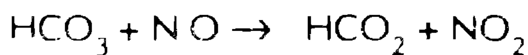
$HCO + O_2 \rightarrow HCO_3$

സ്വതന്ത്രറാഡിക്കൽ സ്വതന്ത്രറാഡിക്കൽ

HCO_3 എന്ന സ്വതന്ത്രറാഡിക്കൽ വീണ്ടും തന്മാത്രീയ ഓക്സിജനോട് ചേർന്ന് നൈട്രജൻ ഓക്സൈഡും ഹൈഡ്രോകാർബണുകളും ഉണ്ടാകുന്നു.



$HCO_3 + O_2 \rightarrow HCO_2 + O_3$



$HCO_3 + NO \rightarrow HCO_2 + NO_2$

HCO_3 + ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ → ആൽഡിഹൈഡുകൾ, കീറ്റോണുകൾ മുതലായവ.

ഇപ്രകാരം അഭിക്രിയകളുടെ ഒരു ചക്രം പ്രവർത്തിക്കാൻ തുടങ്ങുന്നു – അനേകം ഉല്പന്നങ്ങൾക്ക് ഉപാധിയായിട്ട്. ഈ അഭിക്രിയാചക്രത്തിൽ സർവത്ര ഓസോണും നൈട്രജൻഡയോക്സൈഡും അനുസ്യൂതമായി സംജാതമാകുന്നുണ്ടെന്ന് ശ്രദ്ധിക്കുക. സ്വതന്ത്രറാഡിക്കലുകൾ മറ്റു പല തരത്തിലുള്ള സ്വതന്ത്രറാഡിക്കൽ അഭിക്രിയകൾക്കും പോളിമറൈസേഷൻ (polymerisation), ഓക്സീകരണം എന്നിവയടങ്ങുന്ന അഭിക്രിയാശൃംഖലകൾക്കും കാരണവുമാകുന്നു.

ഈ അഭിക്രിയകൾ വിപുലമായി പഠിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടെങ്കിലും ഹിമധൂമികയുടെ പ്രാകാശികരാസസ്ഥിതി വ്യക്തമായി മനസ്സിലാക്കുവാൻ ഇപ്പോഴും സാധിച്ചിട്ടില്ല. അന്തരീക്ഷത്തിലുള്ള ഓസോണിന്റെ അളവ് കുറയ്ക്കുവാൻ പല ശ്രമങ്ങളും പരീക്ഷണാർഥം നടത്തപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. യഥാർഥത്തിൽ അന്തരീക്ഷത്തിലെത്തിച്ചേരുന്ന ഹൈഡ്രോകാർബണുകളുടെ അളവിനു കുറവുണ്ടായാൽ, അവിടെ സംജാതമാകുന്ന ഓസോൺ നൈട്രിക് ഓക്സൈഡിനെ ഓക്സീകരിച്ച് നൈട്രജൻ ഡയോക്സൈഡ് ആക്കി മാറ്റുന്ന പ്രക്രിയയിൽ വിനിയോഗിക്കപ്പെടേണ്ടതാണ്. പക്ഷേ, നിർഭാഗ്യമെന്നു പറയട്ടെ, ഓസോണിന്റെ വിതാനത്തിന് യാതൊരു കുറവും സംഭവിക്കുന്നതായി കാണുന്നില്ല. ഈ പ്രഹേളിക ഇതേവരെ നിർധാരണം ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടില്ല.

കണികാരൂപത്തിലുള്ള മാലിന്യകാരകങ്ങൾ

വായുവിൽ കണികാരൂപത്തിൽ തങ്ങി നിൽക്കുന്ന പദാർഥങ്ങളിൽ ഖരകണങ്ങളും ദ്രാവകങ്ങളുമുണ്ട്. അവ പല വലിപ്പത്തിലാണ്, 0.01 മൈക്രോൺ മുതൽ 20 മൈക്രോൺവരെ.* 20 മൈക്രോൺ വരെ വ്യാസമുള്ള കണിക

*മൈക്രോൺ = 10^{-6} മീറ്റർ

കൾ താരതമ്യേന വലുതാണ്. എയ്റസോളുകളിൽ** (aerosols) കാണപ്പെടുന്നത് ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ വ്യാസമുള്ളവയാണ്. കണികാരൂപത്തിലുള്ള മാലിന്യകാരകങ്ങളെ, അവയുടെ മട്ടും വലിപ്പവുമനുസരിച്ച്, താഴെ വിവരിക്കുന്ന വിധത്തിൽ തരംതിരിക്കാം:

ധൂളി: 1 മൈക്രോൺ മുതൽ 100 മൈക്രോൺവരെ പല വലിപ്പമുള്ള ഖരവസ്തുക്കളാണ് ധൂളികൾ. 0.1 മൈക്രോൺ വലിപ്പമുള്ള ധൂളികണങ്ങളും അന്തരീക്ഷത്തിലുണ്ട്. ധൂളികൾ, (1) ചില പദാർഥങ്ങൾ കൈകാര്യം ചെയ്യുമ്പോൾ അല്ലെങ്കിൽ പ്രക്രിയകൾക്ക് വിധേയമാക്കുമ്പോൾ–ഉദാഹരണം കൽക്കരി–പ്രക്രിയാവാതകങ്ങളോട് ചേർന്നും, (entrained) (2) യാന്ത്രിക പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് വിധേയമാക്കുമ്പോൾ മൂലദ്രവ്യത്തിൽ നിന്ന് രൂപം കൊണ്ടിട്ടും (ഉദാഹരണമായി മരപ്പണിയിൽ നിന്നുള്ള അറക്കപ്പൊടി) (3) 'സാൻഡ് ബ്ലാസ്റ്റിങ്ങിൽ' (Sand blasting) മണലെന്നപോലെ യാന്ത്രിക പ്രവൃത്തികൾക്ക് പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്ന പദാർഥങ്ങളോട് ചേർന്നും, ഉണ്ടാകുന്നു.

ധൂമങ്ങൾ: ഇവയിൽ കണികകളുടെ വലിപ്പം 1 മൈക്രോണിൽ താഴെയാണ്. ലോഹങ്ങളുടെയും ലോഹികഓക്സൈഡുകളുടെയും കണികകളിൽ നിന്നാണ് ധൂമങ്ങളുണ്ടാവുന്നത്. ഉല്പതനം (sublimation), സ്വേദനം (distillation), പ്രതാപനം (calcination) എന്നിവയിൽ നിന്നുള്ള ബാഷ്പങ്ങളുടെ സംഘനനം കൊണ്ടും മറ്റു തരത്തിലുള്ള രാസീയമായ പ്രക്രിയകളുടെയും അഭിക്രിയകളുടെയും ഫലമായും ഇവ രൂപം കൊള്ളുന്നു.

മൂടൽമഞ്ഞ്: ബാഷ്പങ്ങൾ സംഘനിച്ചുണ്ടാകുന്ന ദ്രാവകകണങ്ങളാണ് മൂടൽമഞ്ഞിലുള്ളത്. അവയുടെ വലിപ്പം 10 മൈക്രോണിൽ താഴെയാണ്.

ഉദാഹരണം: SO_3 (വാതകം) $\xrightarrow{22°C}$ SO_3 (ദ്രാവകം).

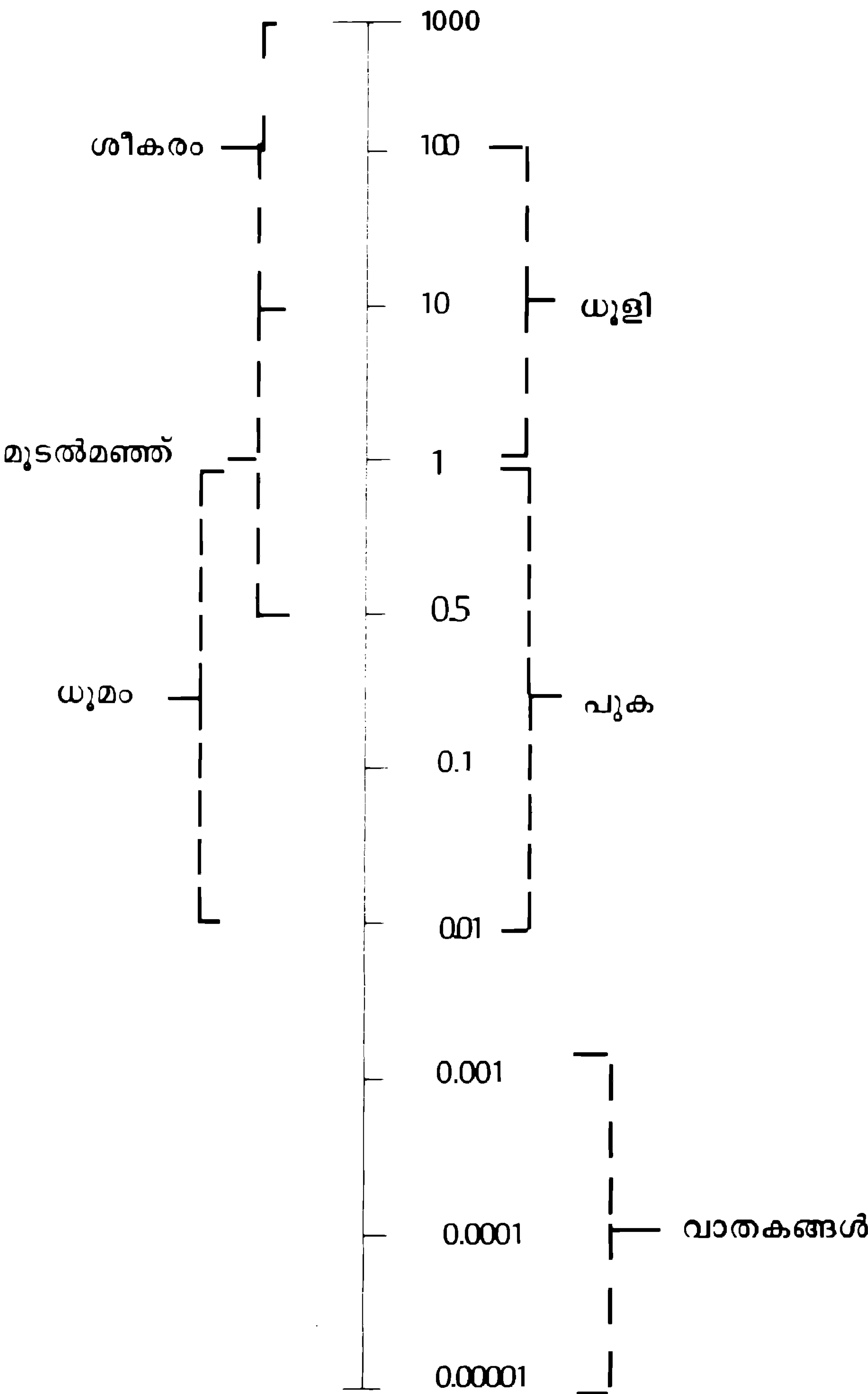
ശീകരങ്ങൾ (spray): ഏതെങ്കിലും മൂലദ്രാവകത്തെ കണീകരണം പോലെയുള്ള യാന്ത്രികവിഘടനത്തിന് വിധേയമാക്കുമ്പോൾ സംജാതമാകുന്ന ദ്രാവകകണങ്ങളാണ് ശീകരങ്ങൾ.

പുക: 0.05 മുതൽ 1 മൈക്രോൺ വരെ വലിപ്പമുള്ള ഖര–ദ്രാവക കണങ്ങൾ ഇതിൽ പെടുന്നു. കാർബണികപദാർഥങ്ങളുടെ അപൂർണ ദഹനം കൊണ്ടും ഭഞ്ജകസ്വേദനം (destructive distillation) കൊണ്ടും ഇത് രൂപം കൊള്ളുന്നു. അപൂർണ ദഹനം കൊണ്ട് സൾഫറിന്റെയും നൈട്രജന്റെയും ഓക്സൈഡുകൾ വാതകരൂപത്തിലുള്ള മാലിന്യകാരകങ്ങളായി ഉത്ഭവിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും ഖര–ദ്രാവക–കണികകളെ മാത്രമേ പുകയായി കണക്കാക്കുന്നുള്ളൂ.

താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ചാർട്ടിൽ നിന്ന് വാതകരൂപത്തിലും കണികാരൂപത്തിലുമുള്ള മാലിന്യകാരകങ്ങളുടെ ഏകദേശവലിപ്പം മനസ്സിലാക്കാം.

**ഏയ്റസോൾ = വാതകത്തിൽ നിലംബനം (suspension) ചെയ്യപ്പെട്ടു നിൽക്കുന്ന കണികകൾ.

മാലിന്യകാരകങ്ങളുടെ ചേരുവ വിപുലമായി പഠിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. കണികാസംദൂഷകങ്ങളിൽ 22 ലോഹിക മൂലകങ്ങളുണ്ടെന്ന് നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഏറ്റവും വ്യാപകമായി കാണപ്പെടുന്ന മൂലകങ്ങൾ സിലിക്കോൺ,



കാൽസ്യം, സോഡിയം, അലുമിനിയം, ഇരുമ്പ് എന്നിവയാണ്. കറു ത്തീയം, സിങ്ക് അഥവാ തുത്തനാകം, ചെമ്പ്, മഗ്നീഷ്യം, മാംഗനീസ് എന്നി വയും ധാരാളമുണ്ട്. ലോഹിക മൂലകങ്ങളുടെ സാന്ദ്രത, വ്യവസായ ത്തിന്റെ സ്വഭാവമനുസരിച്ച് മാറുന്നു. പെട്രോളിയം ഇന്ധനത്തിൽ ലെഡ് ടെട്രാ ഇഥൈൽ (lead tetra ethyl) ഒരു അപസ്ഫോടരോധി (antiknock) യായി ചേർക്കുന്നതിനാൽ, വാഹനഗതാഗതം വർധിക്കുമ്പോൾ, വായു വിൽ കറുത്തീയത്തിന്റെ തോതു വർധിക്കുന്നു. അന്തരീക്ഷത്തിൽ കണി കാമാലിന്യകാരകങ്ങളായി പലതരം അരോമാറ്റിക്ക്-അലിഫാറ്റിക്ക് ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ, കാർബണികാമ്ലങ്ങൾ, ക്ഷാരകങ്ങൾ (bases) ഫീനോളുകൾ, അർബുദകാരികളായ ചില പദാർഥങ്ങളുൾപ്പെടെ പലത രത്തിലുള്ള സങ്കീർണസംയുക്തങ്ങൾ എന്നിവ വർത്തിക്കുന്നുണ്ടെന്ന് കാർബണികവസ്തുക്കളുടെ വർണരാജിവിശ്ലേഷണം വ്യക്തമാക്കുന്നു.

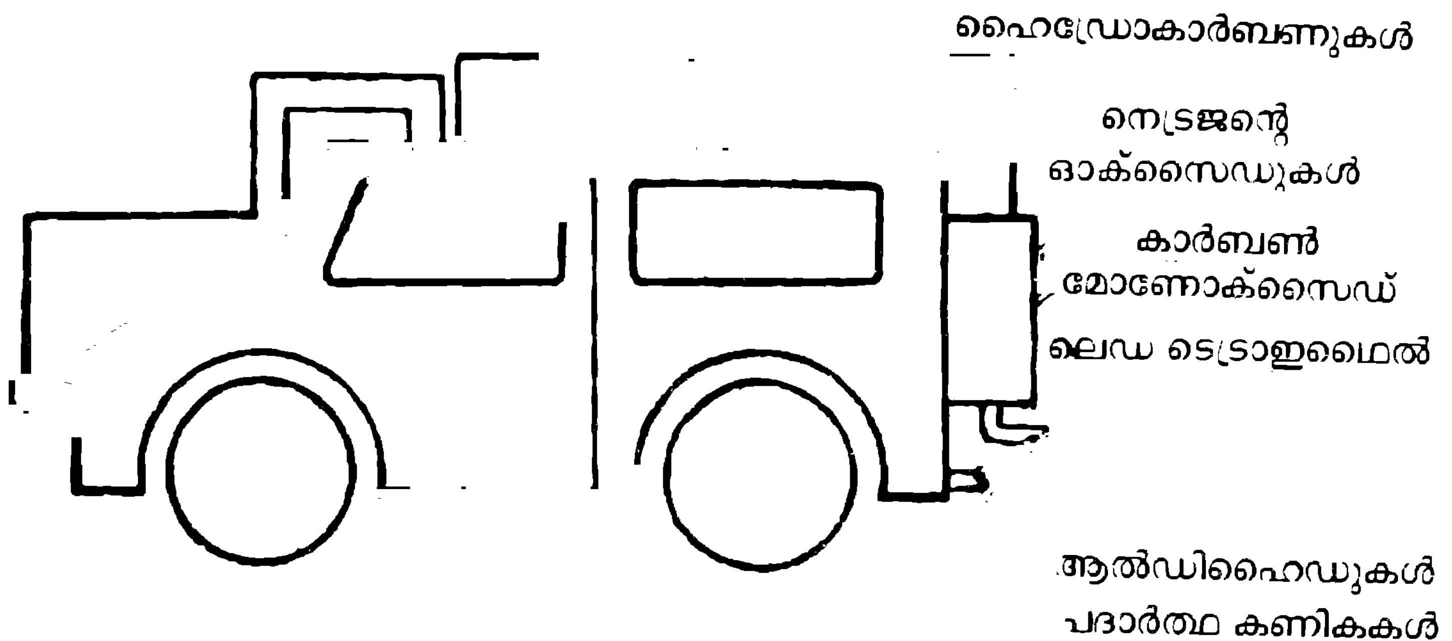
മാലിന്യകാരകങ്ങളുടെ സ്രോതസ്സ്

മാലിന്യകാരകങ്ങളെപ്പറ്റി പ്രസ്താവിച്ച സന്ദർഭത്തിൽ അവയുടെ സ്രോത സ്സുകളെപ്പറ്റി പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ടെങ്കിലും, വായുമലിനീകരണം തടയുന്ന തിനുള്ള മാർഗങ്ങളെപ്പറ്റി എളുപ്പത്തിൽ മനസ്സിലാക്കുന്നതിനുവേണ്ടി അവയെ ഒരു പ്രത്യേക വകുപ്പിൽ പെടുത്തുകയാണ്. മനുഷ്യരുണ്ടാക്കി ത്തീർക്കുന്ന മാലിന്യസ്രോതസ്സുകളെ ഇങ്ങനെ തരംതിരിക്കാം: (1) സ്ഥിര ജ്വലനം (2) ഗതാഗതം (3) വ്യാവസായികപ്രവർത്തനം (4) ഖരാവശിഷ്ട ങ്ങളുടെ സംസ്ക്കരണം.

സ്ഥിരമായ ജ്വലന പ്രക്രിയകളിൽനിന്ന് പൊടിച്ചാരം, പുക, ഗന്ധക ത്തിന്റെയും നൈട്രജന്റെയും ഓക്സൈഡുകൾ മുതലായി കണികാരൂ പത്തിലുള്ള മാലിന്യകാരകങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഇന്ധനത്തിലുള്ള ഗന്ധ കത്തിന്റെ തോതനുസരിച്ചാണ് സൾഫർ ഡൈ ഓക്സൈഡിന്റെ അളവ്. അതിനാൽ ധാരാളം ഗന്ധകമടങ്ങിയിട്ടുള്ള എണ്ണയിൽനിന്നും കൽക്കരി യിൽനിന്നും ഗണ്യമായി സൾഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് വിമുക്തമാവുന്നു. ഉയർന്ന താപനിലയിലുള്ള ചില പ്രക്രിയകൾ - ഉദാഹരണമായി അന്ത രീക്ഷനൈട്രജന്റെ യൗഗികീകരണം - വൻതോതിൽ നൈട്രജന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നു. പ്രധാനപ്പെട്ട ഒരു സംദൂഷകമായ കാർബൺ മോണോക്സൈഡും ജ്വലനത്തിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്നുണ്ട്. പക്ഷേ ജ്വലനം സംപൂർണമാണെങ്കിൽ ഈ വാതകത്തിന് പകരം കാർബൺഡയോക്സൈഡ് മാത്രമേ രൂപം കൊള്ളുന്നുള്ളു. ജ്വലനത്തിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന മറ്റ് സംദൂഷകങ്ങളിൽ അമ്ലങ്ങളും ആൽഡിഹൈഡുകളും പെടുന്നു. അചല ജ്വലനത്തിനു വിധേയമാക്കുന്ന ഇന്ധനങ്ങളിൽ വച്ച് ഉത്തമമായത് പ്രകൃതിവാതകമാണ്. അതിൽ ഗന്ധകാംശം വളരെ കുറ

വായതിനാൽ കണികോത്സർജനം നിസ്സാരമാണ്.

അന്തർദഹന യന്ത്രങ്ങൾ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള മോട്ടോർവാഹനങ്ങളാണല്ലോ ഗതാഗതത്തിനുള്ള മുഖ്യഉപാധികൾ. ഈ വാഹനങ്ങളുടെ ബഹിർഗമന ക്കുഴലുകൾ പുകയും ഒരളവുവരെ കറുത്തീയത്തിന്റെ കണങ്ങളും പുറ ന്തള്ളുന്നു. മുമ്പ് പ്രസ്താവിച്ചപോലെ കാർബണിക പദാർഥങ്ങളുടെ അപൂർണജ്വലനത്തിൽ നിന്നാണ് മുഖ്യമായും പുകയുണ്ടാകുന്നത്. വാത കാവസ്ഥയിലുള്ള മാലിന്യകാരകങ്ങളായ കാർബണൺ മോണോ ക്സൈഡ്, ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ, നൈട്രജന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ എന്നിവ പുകയിലടങ്ങിയിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 4. വായുവിന്റെ പ്രമുഖമായ മാലിന്യഹേതു- മോട്ടോർവാഹനങ്ങൾ വിസർജിക്കുന്ന വാതകങ്ങൾ

വർധിച്ചുവരുന്ന വ്യവസായവൽക്കരണം കൊണ്ടും വ്യാവസായികപ്ര വർത്തനങ്ങൾകൊണ്ടും ഏകദേശം എല്ലാതരത്തിലുള്ള മാലിന്യകാരക ങ്ങളും അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് വിസർജിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഇക്കാര്യത്തിൽ സിമന്റ് – ഉരുക്ക് വ്യവസായങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്ന പ്രശ്നം ഗുരുതരമാണ്, അവയിൽ നിന്നുള്ള സംദൂഷകങ്ങൾ നിയന്ത്രിക്കുവാൻ പ്രയാസമായതി നാൽ.

നഗരപ്രദേശങ്ങളിലെ വായുവിന്റെ മലിനീകരണത്തിന്റെ ഒരു മുഖ്യ ഹേതു ഖരാവശിഷ്ടങ്ങളുടെ സംസ്കരണമാണ്. വളപ്പുകളിലും വെളിംപ്രദേശങ്ങളിലും ചപ്പുചവറുകൾ വാരിക്കൂട്ടി കത്തിക്കുന്നതുകൊണ്ട്

കാർബൺ മോണോക്സൈഡ്, നൈട്രജന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ മുതലായ വാതകസംദൂഷകങ്ങൾ രൂപം കൊള്ളുന്നു.

വർധിച്ചുവരുന്ന വ്യാവസായികാവശ്യങ്ങൾക്കുള്ള ഊർജം നൽകുന്നതിന് പാരമ്പര്യരീതിയിലുള്ള ഊർജസ്രോതസ്സുകൾ അപര്യാപ്തമാണ്. ഇതിനുപുറമെ വാഹനഗതാഗതത്തിലുണ്ടാകുന്ന യന്ത്രവൽക്കരണവും കാർഷിക പ്രവർത്തനങ്ങളും കൂടുതൽ കൂടുതലായി ഊർജത്തിന്റെ ആവശ്യകത പെരുപ്പിക്കുന്നു. അതിനാൽ ആണവസ്രോതസ്സുകളിലേക്ക് ശ്രദ്ധ പതിപ്പിക്കേണ്ടി വന്നിരിക്കയാണ്. എന്നാൽ വായുവിലേക്ക് ആണവ പദാർഥങ്ങൾ വിസർജിക്കുന്നത് അത്യാപത്തുകൾ സൃഷ്ടിക്കാനിടയുണ്ട്. ആണവായുധ പരീക്ഷണം നടത്തുന്ന പ്രദേശങ്ങൾ, ആണവറിയാക്ടറുകൾ, രാസീയപ്രവർത്തനശാലകൾ, ഗവേഷണ സ്ഥാപനങ്ങൾ, ആസ്പത്രികൾ എന്നിവ ഒട്ടേറെ റേഡിയോപ്രസരമുള്ള മൂലകങ്ങളെ അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് വിസർജിക്കുന്നുണ്ട്. ഇവയിൽ വച്ച് കാർബൺ-14, ക്രിപ്ടോൺ-85, സ്ട്രോൺഷിയം-90, അയഡിൻ-131, സീസിയം-137 എന്നിവ പ്രത്യേകിച്ച് ഹാനികരമാകുന്നു.

വായുമലിനീകരണത്തിന്റെ ഫലങ്ങൾ

വായുമലിനീകരണത്തിന്റെ ഫലങ്ങൾ താഴെ വിവരിക്കുന്ന രീതിയിൽ തിരിക്കാം:

1. മാനവാരോഗ്യത്തിന്മേലുണ്ടാകുന്ന അവസ്ഥാഭേദങ്ങൾ
2. മൃഗങ്ങളിലുണ്ടാക്കുന്ന ശാരീരികമാറ്റങ്ങൾ
3. സസ്യങ്ങളിൽ സൃഷ്ടിക്കുന്ന മാറ്റങ്ങൾ
4. പദാർഥങ്ങൾക്കുണ്ടാക്കുന്ന പരിണാമങ്ങൾ
5. അന്തരീക്ഷാവസ്ഥയിൽ വരുത്തുന്ന മാറ്റങ്ങൾ

മാനവാരോഗ്യത്തിന്മേലുണ്ടാക്കുന്ന അവസ്ഥാഭേദങ്ങൾ

വായുമലിനീകരണത്തിന്റെ ദോഷഫലങ്ങൾ വ്യക്തമായ കാര്യകാരണബന്ധങ്ങളിലൂടെ നിർണയിക്കുവാൻ സാധിച്ചിട്ടില്ലെങ്കിലും വായുമലിനീകരണം മാനവാരോഗ്യത്തിന് ഹാനികരമാണെന്ന് തെളിയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. വായുമലിനീകരണം മുഖ്യമായും ശ്വസനവ്യൂഹത്തെയാണ് ബാധിക്കുന്നത്. വാതകരൂപത്തിലും കണികാരൂപത്തിലുമുള്ള രണ്ട് തരം മാലിന്യകാരകങ്ങളും ശ്വസനവ്യൂഹത്തിന് അത്യന്തം വിനാശമുണ്ടാക്കുന്നവയാണ്.

വാതകരൂപത്തിലുള്ള മാലിന്യകാരകങ്ങൾ

കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് ശ്വാസം മുട്ടിക്കുന്ന ഒരു വാതകമാണ്. ശ്വാസകോശത്തിൽ ഇത് ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുമ്പോൾ രക്തത്തിലുള്ള

ഹീമോഗ്ലോബിനുമായി സംയോജിച്ച് കാർബോക്സി ഹീമോഗ്ലോബിൻ ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതിന്റെ ഫലമായി ശരീരത്തിൽ ഓക്സിജൻ വ്യാപിപ്പിക്കുന്ന ഹീമോഗ്ലോബിന്റെ അളവ് കുറയുന്നു. കാർബൺമോണോക്സൈഡിന് ഹീമോഗ്ലോബിനോടുള്ള ബന്ധാകർഷണം ഓക്സിജന് ഉള്ളതിനേക്കാൾ 240 ഇരട്ടിയാണെന്ന് നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. രക്തക്കുറവ് ബാധിച്ചവരെപ്പോലെ ഓക്സിജൻ സംവഹിക്കുന്നതിനുള്ള രക്തശേഷി ക്ഷയിപ്പിക്കുന്ന രോഗങ്ങൾ ഉള്ളവരിൽ ഈ വാതകം അതിവേഗത്തിൽ ഹാനിയുണ്ടാക്കുന്നു. ഇവരുടെ ചേതനാസ്പദമായ അവയവങ്ങൾക്ക് ക്ഷതിതന്നെ അതുകൊണ്ട് സംഭവിച്ചേക്കാം. പക്ഷേ കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് സഞ്ചായകമായ വിഷമല്ല. പരിക്രമവായുവിൽ (ambient air) അതിനുള്ള ഭാഗികമർദവും ഹീമോഗ്ലോബിന്റെ പൂരണ ശതമാനവും അനുസരിച്ച്, അത് വിസർജിക്കപ്പെടുന്നു, അല്ലെങ്കിൽ ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

സൾഫർഡയോക്സൈഡ് ആണ് അത്യന്തം ഹാനികരവും വ്യാപകമായി കാണപ്പെടുന്നതുമായ മാലിന്യകാരകം. ഈ വാതകം കുറഞ്ഞ സാന്ദ്രതയിലായാൽ മൃദുവായ ശ്വസനികാപേശി (bronchiole muscle) കൾക്ക് താൽക്കാലികമായി വലിവുണ്ടാകുന്നു. ഉയർന്ന സാന്ദ്രതയിൽ കഫവൃദ്ധിക്ക് കാരണമാകുന്നു. സാന്ദ്രത പിന്നെയും ഉയരുകയാണെങ്കിൽ ശ്ലേഷ്മസ്തരങ്ങളുടെ ഉപരിതലചർമം അപശൽകനത്തിന് (desqumation) (അഥവാ അടർന്നുപോകലിന്) വിധേയമാവുന്നു. ശ്വസനവ്യൂഹത്തെ സംരക്ഷിക്കുന്ന പക്ഷ്മങ്ങളെയും (cilia) സൾഫർഡയോക്സൈഡ് ബാധിക്കാറുണ്ട്. സോഡിയംക്ലോറൈഡ് പോലെ നിഷ്ക്രിയമായ ഏതെങ്കിലും എയ്റസോളിന്റെ സാന്നിധ്യം കൂടിയുള്ളപ്പോൾ ഈ വാതകം, ഒറ്റയ്ക്ക് വർത്തിക്കുമ്പോഴത്തേക്കാൾ ഹാനികരമാകുന്നു. ചുമയ്ക്കും, കണ്ഠപേശികൾക്ക് വലിവിനും, ശ്വാസം മുട്ടിനും ഈ വാതകം ഹേതുവാകാമെന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു. നേത്രസ്തരങ്ങൾക്ക് നീറലും തന്മൂലം കണ്ണുകൾക്ക് ചുവപ്പും അശ്രുസ്രാവവും ഇത് കൊണ്ട് ഉണ്ടാകാം. ഇതിന് പുറമെ, അന്തരീക്ഷത്തിൽ ഇതര വസ്തുക്കളുമായി അഭിക്രിയചെയ്ത് സൾഫ്യൂറിക്ക് ആസിഡ് പോലെ വർജ്യമായ സംയുക്തങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കാനും 'ഈ വാതകം ഇടയാക്കുന്നു. സൾഫ്യൂറിക്ക് ആസിഡ് ധൂമകണങ്ങളോട് ഒട്ടിച്ചേർന്ന് മൂക്കിലൂടെ കടന്ന് ശ്വാസകോശത്തിന് ക്ഷതം വരുത്തുകയും ചെയ്യും. സൾഫർ ഡയോക്സൈഡ് 'അലർജി' സൃഷ്ടിക്കുന്ന പദാർഥവുമാണ്. ശ്ലേഷ്മസ്തരത്തെ ഇത് ക്ഷതപ്പെടുത്തുമ്പോൾ സൂക്ഷ്മജീവികൾക്ക് ആ സ്ഥാനം പുനരുല്പാദനത്തിനുള്ള നീഡ*മായിത്തീരുകയും

* Nidus (നീഡം): സ്പോറങ്ങളോ വിത്തുകളോ വികാസം നേടുന്ന സ്ഥാനം, കീടങ്ങളും ലഘുജീവികളും മുട്ടയിടുന്ന സ്ഥാനം.

ഗുരുതരമായ പകർച്ചവ്യാധികൾക്കോ അലർജിക്കോ നിദാനമായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഓസോൺ അതിശക്തമായ ഒരു ഉത്തേജകമാണ്. ഗന്ധകത്തിന്റെ ഓക്സൈഡുകളേക്കാൾ വേഗത്തിൽ അത് ശ്വാസകോശത്തിലെത്തിച്ചേരുന്നു എന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു. വളരെ നേരിയ സാന്ദ്രതയിലായാൽപ്പോലും ഓസോൺ പൾമനറി വീക്കത്തിനും രക്തസ്രാവത്തിനും ഇടയാക്കുന്നു.

നൈട്രജന്റെ ഒരു സാധാരണ ഓക്സൈഡ് ആണ് നൈട്രിക്ക് ഓക്സൈഡ്. ഉത്തേജകമല്ലാത്ത ഒരു വാതകം. എന്നാൽ നൈട്രജൻ ഡയോക്സൈഡ് പൾമനറി ഉത്തേജകമാണ്. സാന്ദ്രത അധികമാണെങ്കിൽ പൾമനറി രക്തസ്രാവത്തിന് കാരണമാകുന്നു. നൈട്രജന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ പ്രത്യേകമായി മറ്റ് ദോഷഫലങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നുണ്ടോ എന്ന് നിർണയിക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ല.

ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡും കാർബണിക സൾഫൈഡുകളും വിഷാലുക്കളാണ്. രൂക്ഷമായ മണമുള്ളതുകൊണ്ട് അവ നഗരങ്ങളിൽ ദുർഗന്ധത്തിന്റെ പ്രശ്നങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നു.

ആൽഡിഹൈഡുകളും ആസിഡുകളും കണ്ണിനും മൂക്കിനും തൊണ്ടയ്ക്കും നീറ്റലുണ്ടാക്കുന്നു. ആൽഡിഹൈഡുകളിൽ വച്ച് ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ടത് ഫോർമാൽഡിഹൈഡും (formaldehyde) അക്രോലിനും (acrolein) ആകുന്നു. അക്രോലിൻ ശ്ലേഷ്മസ്തരങ്ങൾക്ക് ഉത്തേജകമാണ്. ശ്വസനികളുടെ പ്രവർത്തനം തടസ്സപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യും.

ശ്വാസകോശാർബുദം സൃഷ്ടിക്കുന്നവയാണ് ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ എന്ന് വിശ്വസിക്കപ്പെടുന്നു. മോട്ടോർ വാഹനങ്ങളുടെ വിരേചകത്തിലൂടെ വമിക്കുന്ന കറുത്തീയം ഒരു സഞ്ചായകവിഷമാണ്. പ്രത്യേകിച്ച് കുട്ടികൾക്ക് ഇത് അപകടകാരിയാണ്, മസ്തിഷ്കത്തിന് ഹാനികരമായതിനാൽ.

മലിനപ്പെട്ട വായുവുമായുള്ള സമ്പർക്കം കൊണ്ട് ശ്വാസകോശാർബുദം, ശ്വസനിവീക്കം, എംഫിസീമ*, ആസ്ത്മ മുതലായ സ്ഥായിയായ രോഗങ്ങൾ ഉണ്ടാകാം. അൽവിയോളസ്സുകളുടെ ഭിത്തികൾക്ക് തകർച്ചയും നാശവും സംഭവിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണ് എംഫിസീമ ഉണ്ടാകുന്നത്. ശ്വാസകോശത്തിനകത്ത് ഓക്സിജന്റെ സ്ഥാനാന്തരണം യഥാർഥത്തിൽ നടക്കുന്ന അറകളാണ് അൽവിയോളസ്സുകൾ. ഇവയ്ക്ക് നാശം സംഭവിച്ചാൽ ശ്വസനത്തിന് വിഷമമുണ്ടാകുന്നു. ബ്രിട്ടനിൽ 40നും 55നും ഇടയ്ക്ക് പ്രായമുള്ളവരുടെ മരണത്തിന്റെ മുഖ്യഹേതു ശ്വസനിവീക്കമാ

*എംഫിസീമ (emphysema) ശ്വാസകോശത്തിലെ വായുപുടങ്ങൾക്കുണ്ടാകുന്ന വീക്കം.

ണത്രെ. വായുമലിനീകരണം കൊണ്ടുണ്ടാകുന്ന സ്ഥായീരോഗങ്ങളിൽ വച്ച് ഏറ്റവും ഗുരുതരമായത് ശ്വാസകോശാർബുദമാണ്. ശ്വാസകോശാർ ബുദം ഉണ്ടാക്കുന്നതിന്റെ മുഖ്യകാരണം മലിനപ്പെട്ട വായുവാണത്രേ. കാരണം,

1. മലിനവായുവിൽ അർബുദകാരികളായ പദാർഥങ്ങൾ കാണപ്പെടു ന്നുണ്ട്.
2. ശ്വാസകോശാർബുദം ഹേതുവായുള്ള മരണങ്ങൾ ഗ്രാമപ്രദേശങ്ങ ളിലേക്കാളധികം നഗരങ്ങളിലാണ്.
3. മലിനവായുവിൽനിന്ന് വേർതിരിച്ചെടുത്ത സംയുക്തങ്ങൾ ജൈവ പരീക്ഷണമൃഗങ്ങളിൽ അർബുദമുണ്ടാക്കുന്നു.
4. ഉത്തേജനശക്തിയുള്ള മാലിന്യകാരകങ്ങൾ, പക്ഷ്മങ്ങളുടെയും ശ്ലേഷ്മ സ്രാവത്തിന്റെയും സംരക്ഷണശേഷി നശിപ്പിക്കുന്നു.

ഈ വാദങ്ങളൊക്കെയുണ്ടെങ്കിലും ശ്വാസകോശാർബുദവും മലിനീ കരണവും തമ്മിലുള്ള കാര്യകാരണബന്ധം ഇതേവരെ തെളിയിക്കപ്പെട്ടി ട്ടില്ല. വിട്ടുമാറാത്ത ശ്വസനിവീക്കം–ശ്വസനീനാളങ്ങളിൽ അമിതമായുണ്ടാ കുന്ന ശ്ലേഷ്മസ്രാവമെന്ന മറ്റൊരു രോഗം– കൂടി മലിനീകരണം കൊണ്ട് പിടിപെടാറുണ്ട്. സ്ഥായീരോഗങ്ങൾക്ക് പുറമെ വായുമലിനീകരണം സാധാരണ ജലദോഷത്തിനും ന്യുമോണിയക്കുംകൂടി കാരണമാവുന്നു.

കണികാരൂപത്തിലുള്ള മാലിന്യകാരകങ്ങൾ

ഇവ സൃഷ്ടിക്കുന്ന ദോഷങ്ങൾ ഏറെക്കുറെ കണികകളുടെ വലിപ്പമ നുസരിച്ചാണുകാണപ്പെടുന്നത്. മാലിന്യകാരകമായ കണികയുടെ വലിപ്പം ഒരു പ്രധാനഘടകമാണ് ഇക്കാര്യത്തിൽ. കണികകൾക്ക് ശ്വസ നനാളിയിലൂടെ നൂണ്ട്കടന്ന് ശ്വാസകോശത്തിൽ പ്രവേശിക്കുവാനുള്ള സാധ്യത അവയുടെ വലിപ്പത്തോട് ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. 5 മൈക്രോ ണിൽ കൂടുതൽ മുഴുപ്പുള്ള കണികകളെ നാസാദ്വാരങ്ങൾ, ശ്വസന വ്യൂഹത്തിലേക്ക് കടത്താതെ തടഞ്ഞു നിർത്തുന്നു. എന്നാൽ വലിപ്പം ഇതിനേക്കാൾ കുറവാണെങ്കിൽ അത്തരം കണികകൾ അതിവേഗം ശ്വാസകോശത്തിലേക്ക് തള്ളിക്കടക്കുന്നു. വലിപ്പം ഒരു മൈക്രോൺ ആയിട്ടുള്ള ലഘുകണങ്ങളുടെ പ്രവേശവേഗം വളരെക്കൂടുതലായി രിക്കും. ഇതിലും കുറവാണ് വലിപ്പമെങ്കിൽ കണികകൾ അനായാസ മായും അതിവേഗത്തിലും ശ്വാസകോശത്തിലെത്തുന്നു പക്ഷേ, ശ്വാസ കോശത്തിനകത്ത് ഇവയുടെ ചെറിയ ഒരംശംമാത്രമേ തങ്ങിനിൽക്കു ന്നുള്ളു.

അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് വിസർജിക്കപ്പെടുന്ന വസ്തുക്കളിൽ, വലിപ്പം കൂടിയ കണികകൾ വലിപ്പം കുറഞ്ഞവയേക്കാൾ വേഗത്തിൽ താഴോ

ട്ടുവന്ന് അടിഞ്ഞുകൂടുന്നു. രണ്ടാമത്തെതരത്തിൽ പെട്ടവയാണ് ശ്വസിക്കപ്പെടുന്നത്. പൊതുവെ ഏകദേശം ഒരു മൈക്രോണിൽ താഴെ മുഴുപ്പുള്ള ഏയ്റസോൾ കണങ്ങൾ ശ്വാസകോശത്തിലെ അൽവിയോളസ്സുകളിൽ പ്രവേശിക്കാവുന്നവയത്രേ. എത്രത്തോളം കണികാനിക്ഷേപമുണ്ടാകുന്നു എന്നത് കണികകളുടെ വലിപ്പത്തോട് മാത്രമല്ല ശ്വസനാവൃത്തി, വേലീയ വ്യാപ്തം (tidal volume) മുതലായ ഇതരഘടകങ്ങളോടും ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഒരു സെക്കൻഡിൽ നടക്കുന്ന ശ്വാസോച്ഛ്വാസങ്ങളുടെ എണ്ണമാണ് ശ്വസനാവൃത്തി. ഓരോ ശ്വാസോച്ഛ്വാസത്തിലും ശ്വാസകോശത്തിന്റെ അകത്തേക്കും പുറത്തേക്കും നീങ്ങുന്ന വായുവിന്റെ വ്യാപ്തമാണ് വേലീയവ്യാപ്തം. ശ്വസനാവൃത്തി ഉയർന്നിരുന്നാൽ കണങ്ങളുടെ നിക്ഷിപ്തഭാഗം കുറവായിത്തീരുന്നു. അത് താഴ്ന്നിരുന്നാൽ നിക്ഷിപ്ത കണങ്ങളുടെ ശതമാനം ഉയരുന്നു. ഉള്ളിൽ കണങ്ങൾ തങ്ങിനിൽക്കുന്ന സമയം (ശ്വസനാവൃത്തി കുറവായാൽ) കൂടുന്നതു കൊണ്ടാണിത് സംഭവിക്കുന്നത്. വേലീയവ്യാപ്തം വർധിക്കുമ്പോൾ, നിശ്വസനത്തിൽ കൂടുതൽ വായു ഉൾക്കൊള്ളുന്നതിനാൽ, നിക്ഷിപ്തമാകുന്ന കണികകളുടെ സംഖ്യയും ഉയരുന്നു.

വിലേയമായ ഏയ്റസോളുകൾ അൽവിയോളസ്സുകളിൽ നിന്നു രക്തത്തിൽ കലരുന്നു. വിലേയമല്ലാത്തതും ജലീയ ദ്രാവകങ്ങളിൽ കലർന്നിരിക്കുന്നതുമായ ഏയ്റസോളുകൾ ലസികാധാരയിലേക്ക് നീക്കം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. അവ ക്രമേണ പൾമനറി ലസികാ നിക്ഷേപസ്ഥാനങ്ങളിലോ ലസികാ ഗ്രന്ഥികളിലോ ചെന്ന് തങ്ങിനിൽക്കുന്നു എന്ന് നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഇവയ്ക്കുപുറമെ ശ്വേതരക്തകോശങ്ങളുടെ പ്രതിരോധബലത്തിന് വഴങ്ങാത്തവയും* അവിലേയവുമായ കണികകൾ കൂടി അൽവിയോളസ്സുകളിൽ നിന്ന് ലസികാധാരയിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുന്നു. ഈ വിധത്തിൽ നിക്ഷിപ്തമാകുന്ന മാലിന്യകാരകങ്ങളിൽ ചിലതെല്ലാം വിസർജിക്കപ്പെട്ട് പോകുന്നു. ചിലത് പ്രത്യേകാംഗങ്ങളിൽ അടിഞ്ഞുകൂടുകയും വിഷബാധയുണ്ടാക്കാവുന്ന തോതിലേക്ക് അവയുടെ സാന്ദ്രത ഉയരുകയും ചെയ്യുന്നു. ബാക്കിയുള്ള ഹാനികര പദാർഥങ്ങൾ ശരീരത്തിന്റെ സംരക്ഷണക്രിയാസംവിധാനം കൊണ്ട് നിർവീര്യമാക്കപ്പെടുന്നു.

മോട്ടോർ വാഹനങ്ങൾ പുറത്തേക്ക് വമിക്കുന്ന മാലിന്യകാരകങ്ങളിൽ ഏറ്റവും ഹാനികരമായത് കറുത്തീയമാണ്. ഇത് കുട്ടികളുടെ മസ്തിഷ്കത്തിനെ ബാധിക്കുന്നു. ചുവന്ന രക്തകോശങ്ങളുടെ വികാസത്തെയും പരിപക്വനത്തെയും അതു തടസ്സപ്പെടുത്തും.

* ല്യൂക്കോസൈറ്റുകൾ രോഗബാധയെ തടയാൻ കണികകളെ ആഗിരണം ചെയ്യാറുണ്ട്. സാങ്കേതികമായി ഇതിന് Phagocytization എന്ന് പേർ. ഈ കോശങ്ങൾ രോഗബാധയിൽ നിന്ന് സംരക്ഷണം നൽകുന്നു.

കറുത്തീയത്തോട് നിരന്തരമായ സമ്പർക്കമുണ്ടായാൽ, ഹീമോഗ്ലോബിന്റെ പൂർവഗാമിയായ പോർഫൈറിൻ (porphyrin) എന്ന പദാർഥം മൂത്രത്തിൽ കൂടി വിസർജിക്കപ്പെട്ട് പോകാനിടവരുന്നു. പുകവലിക്കാരിൽ, പുകവലിക്കാത്തവരെ അപേക്ഷിച്ച്, രക്തത്തിൽ കൂടുതൽ കറുത്തീയം കാണപ്പെടുന്നു എന്നത് ഈ സന്ദർഭത്തിൽ പ്രസ്താവ്യമാണ്.

ബെറീലിയം അതിന്റെ സംയുക്തങ്ങളിലൂടെ ബെറീല്യോസിസ് (Berylliosis) എന്ന രോഗത്തിന് നിദാനമാകുന്നു. അത് പൾമനറിക്ക് ഹാനി സൃഷ്ടിക്കുന്നു (granulomatous reaction). ഇപ്രകാരം ബെറീലിയം ശ്വാസകോശത്തിൽ നിന്ന് രക്തത്തിലേക്കുള്ള വാതകവിസരണം തടസ്സപ്പെടുത്തുന്ന വസ്തുവാണ്. ലോഹിക കൊബാൾട്ടിന്റെ വളരെ നേർത്ത തരികൾ ശ്വസിച്ചാൽ, ശ്വാസകോശത്തിന് ഒരു പ്രത്യേക രോഗം പിടിപെടാനിടയുണ്ട്. എക്സ്റേ ചിത്രത്തിൽ ഇതു ബെറീലിയം കൊണ്ടുള്ള രോഗത്തിന് സദൃശമായിരിക്കും. ആസ്ബസ്റ്റോസ്, സിലിക്ക, ചില തരം കാർബൺ എന്നിവ ശ്വാസകോശത്തിന്റെ അന്തർഭാഗങ്ങൾക്ക് ഹാനി (തട്ടിപ്പ്) സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ലസികാ വ്യൂഹത്തെയും ഇവ ബാധിക്കാറുണ്ട്. കാർബണിക മാലിന്യകാരകങ്ങൾ ഗുരുതരമായ ദോഷഫലങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നവയാണ്. എന്നാൽ അവയെക്കുറിച്ചുള്ള വിസ്തൃതമായ ചർച്ച ഈ ഗ്രന്ഥത്തിന്റെ വിഷയപരിധിയിൽ പെടുന്നതല്ല.

റേഡിയോപ്രസരമുള്ള മാലിന്യകാരകങ്ങൾ

റേഡിയോപ്രസരമുള്ള മലിനീകരണം പ്രതിപാദിക്കാൻ പൂർണമായി ഒരധ്യായം തന്നെ–അധ്യായം 5–വിനിയോഗിച്ചിട്ടുണ്ട്.

വായുമലിനീകരണത്തിന്റെ സംഭവകഥകൾ

വായുമലിനീകരണം സൃഷ്ടിച്ച ദുരന്തകഥകളുടെ പഠനത്തിൽ നിന്നാണ് വായുമലിനീകരണത്തിന്റെ ദോഷഫലങ്ങളെപ്പറ്റി കാര്യമായ അറിവുണ്ടായിട്ടുള്ളത്. ഏറ്റവും ഖ്യാതിനേടിയ മൂന്നു സംഭവങ്ങളുണ്ട്: 1930–ൽ ബെൽജിയത്തിലെ മ്യൂസ് താഴ്വരയിലും (Meuse Valley) 1948–ൽ പെൻസിൽവാനിയയിലെ (യു.എസ്.എ) ഡൊനോരയിലും (Donora) 1952–ൽ ലണ്ടനിലും ഉണ്ടായവ. ഒന്നാമത്തേതിൽ 60 പേർ മരിച്ചുവെന്നാണ് റിപ്പോർട്ട്. സാധാരണനിലയിൽ ഇതേ ഋതുവിലും കാലയളവിലും ഉണ്ടാകാറുള്ള മരണത്തിന്റെ 10.5 ഇരട്ടിയാണിത്. ഡൊനോരയിൽ 17 മരണമുണ്ടായി. അത്രയും കാലയളവിൽ സാധാരണപ്രതീക്ഷിക്കാവുന്ന മരണം രണ്ടാണ്. ഗ്രേറ്റർ ലണ്ടനിൽ സംഭവം നടന്ന സന്ദർഭത്തിലും തുടർന്നുള്ള ആഴ്ചകളിലും കൂടി, മുൻകൊല്ലങ്ങളോട് താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ, 4000 അധികമരണങ്ങളുണ്ടായി എന്നാണ് മരണവിവരക്കണക്കുകളിൽ നിന്ന്

കണ്ടത്.

ഈ മൂന്ന് സംഭവങ്ങളിലും മാലിന്യകാരകങ്ങളുടെ ആഘാതമേറ്റത് ഒരു പ്രത്യേക ജനവിഭാഗത്തിനായിരുന്നു–മുൻപേ തന്നെ ഹൃദയ–ശ്വസനവ്യൂഹത്തോട് ബന്ധപ്പെട്ടുള്ള രോഗങ്ങൾ ഉണ്ടായിരുന്നവർക്ക്. ഏതെങ്കിലും ഒരു പ്രത്യേക മാലിന്യകാരകം മാത്രമാണ് ദുരന്തഹേതുവായത് എന്ന് പറയാൻവയ്യ. കണികാരൂപത്തിലുള്ള പല മാലിന്യകാരകങ്ങളുടെയും ഉത്തേജകവാതകമായ സൾഫർഡയോക്സൈഡിന്റെയും കൂട്ടായുള്ള ഫലമായിരുന്നു ആ സംഭവങ്ങൾ.

ഇവയ്ക്ക് പുറമേ ലോകത്തിൽ മറ്റു പല പ്രദേശങ്ങളിലും ഇത്തരം സംഭവങ്ങളുണ്ടായിട്ടുണ്ട്. ഇവയിൽ വച്ച് മെക്സിക്കോവിലെ പോസാ റിക്കയിലും (Poza Rica), ലോസ് ആഞ്ചലസ്സിലും ഉണ്ടായവ ശ്രദ്ധേയമാണ്. ആദ്യത്തേതിൽ, 1950 നവംബറിൽ ഒരു എണ്ണശുദ്ധീകരണശാലയിലുണ്ടായ വ്യാവസായികമായ അപകടമായിരുന്നു ദുരന്തഹേതു. അതുകൊണ്ട് 22 പേർ മരിക്കുകയും 320 പേർ രോഗബാധിതരാവുകയും ചെയ്തു. ഈ അപകടത്തിൽ ഒട്ടധികം ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡ് ബഹിർഗമിച്ച് നിലത്തുപരന്ന് വ്യാപിക്കുകയും അടുത്തുള്ള വീടുകളുടെ ഉള്ളിലെത്തുകയുമുണ്ടായി.

ഈ സംഭവങ്ങളിൽ നിന്ന് വായുമലിനീകരണം കൊണ്ട് ആരോഗ്യത്തിന് എത്രത്തോളം ഹാനിയുണ്ടാകാമെന്ന് നമുക്ക് മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിക്കുന്നു. ലാബറട്ടറിപരീക്ഷണങ്ങൾ കൊണ്ട് ഒട്ടേറെ കാര്യങ്ങൾ അറിയാനിടവന്നിട്ടുണ്ടെങ്കിലും, മലിനീകരണം മനുഷ്യരെ എങ്ങനെയെല്ലാം ബാധിക്കുന്നു എന്നതിന്റെ വിവരങ്ങൾ അവയിൽ നിന്ന് നമുക്ക് വേണ്ടത്ര ലഭിക്കുന്നില്ല.

മൃഗങ്ങളിലുണ്ടാക്കുന്ന ശാരീരിക മാറ്റങ്ങൾ

വായുമലിനീകരണം കൊണ്ട് മനുഷ്യർക്കുണ്ടാകുന്ന തരത്തിലുള്ള അവസ്ഥാഭേദങ്ങളോട് സാദൃശ്യമുള്ളവയാണ് വീട്ടുമൃഗങ്ങളിലും കാണപ്പെടുന്നത്. മലിനീകരണസംഭവങ്ങളുടെ വിവരങ്ങളെ സംബന്ധിച്ചിട്ടുള്ള രേഖകളിൽ നിന്ന് ഈ വസ്തുത സ്ഥിരീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ലണ്ടൻസംഭവത്തിൽ 5 കന്നുകാലികൾ ചത്തു. 351–ൽ 52 എണ്ണത്തിന് ഗുരുതരമായ രോഗങ്ങൾ പിടിപെട്ടു.

പോസ റിക്കയിൽ ഒട്ടേറെ കന്നുകാലികളും പന്നികളും നായ്ക്കളും കോഴികളും കാനറിപ്പക്ഷികളും ചാവുകയോ അല്ലെങ്കിൽ രോഗബാധിതരാവുകയോ ചെയ്തു എത്രയെണ്ണമാണെന്നത് അജ്ഞാതമാണ്. ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡിന്റെ പ്രഭാവനമായിരുന്നു അതിന് കാരണം. ഡൊനോറാ സംഭവത്തെപ്പറ്റിയുള്ള ഒരു റിപ്പോർട്ട് പ്രകാരം അവിടെ കാനറിപ്പക്ഷിക

ളിൽ ഏകദേശം 20 ശതമാനവും നായ്ക്കളിൽ 15 ശതമാനവും രോഗബാധയ്ക്ക് വിധേയമായി.

മേച്ചിൽതീറ്റയോടൊപ്പം അന്തരീക്ഷമാലിന്യകാരകങ്ങൾ കൂടി അകത്തുചെല്ലുന്നത് കൊണ്ട് മൃഗങ്ങൾക്ക് സ്ഥായിയായ വിഷബാധയുണ്ടാകുന്നു. ലോഹികമാലിന്യകാരകങ്ങളിൽ വച്ച് പ്രധാനപ്പെട്ടവ ആർസനിക്ക്, കറുത്തീയം, മോളിബ്ഡിനം എന്നിവയാണ്. ഓസോൺ കലർന്ന വായു ഉത്തേജകസ്വഭാവംകൊണ്ട്, മുയലുകളിലും നായ്ക്കളിലും പൂച്ചകളിലും നീർക്കെട്ട്, രക്തസ്രാവം മുതലായി പൾമനറി അസുഖങ്ങൾക്ക് ഹേതുവാകുന്നു. എന്നാൽ ഈയിടെ പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള ചില റിപ്പോർട്ടുകൾ മൃഗങ്ങൾ ക്രമേണ ഓസോണിനോട് സഹ്യത നേടുന്നു എന്ന് സൂചിപ്പിക്കുന്നു. പ്രമുഖമായ മറ്റൊരു മാലിന്യകാരകം ഫ്ളൂറൈഡ് (fluoride) ആകുന്നു. ഇതുൾക്കൊള്ളുന്നതുകൊണ്ട് മൃഗങ്ങൾക്ക് ഫ്ളൂറോസിസ് എന്ന രോഗം പിടിപെടുന്നു. വായുവിലുള്ള ഫ്ളൂറൈഡ് മൃഗങ്ങളെ നേരിട്ട് ബാധിക്കുന്നില്ല. ഫ്ളൂറൈഡ് കൊണ്ട് ദൂഷിതമായ കാലിത്തീറ്റകൾ നിരന്തരമായി തിന്നുമ്പോഴാണ് മൃഗങ്ങൾക്ക് ഫ്ളൂറോസിസ് പിടിപെടുന്നത്. ഉളിപ്പല്ലുകൾക്ക് പാടുകളുണ്ടാവുക, വീഴുക, നിറംമാറുക, ദ്വാരങ്ങളുണ്ടാവുക എന്നിവയാണ് രോഗലക്ഷണങ്ങൾ. കന്നുകാലികളും ചെമ്മരിയാടുകളിലുമാണ് പ്രായേണ ഈ രോഗം ബാധിച്ച് കാണുന്നത്. മറിച്ച് കുതിരകൾക്കും കോഴികൾക്കും ഫ്ളൂറോസിസ്സിനെതിരായിട്ടുള്ള ഗണ്യമായ പ്രതിരോധശക്തിയുണ്ട്. ഫ്ളൂറിൻ ഒരു ജൈവദ്രവ്യവിഷമായതിനാൽ അത് പല്ലുകളുടെ ഇനാമലിന്റെ വളർച്ച തടയുന്നു. ഉയർന്ന അളവിലാണെങ്കിൽ അസ്ഥികൾക്ക് അസാമാന്യമായ വളർച്ചയുണ്ടാക്കുന്നു. ഫ്ളൂറൈഡുകൾ അമിതമായ തോതിൽ ശരീരത്തിൽ പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ മൃഗങ്ങളുടെ അസ്ഥികൾക്ക് ക്ഷതം സംഭവിക്കുന്നതായും കണ്ടിട്ടുണ്ട്. ഇതിന് പുറമെ വയറിളക്കം, തൂക്കക്കുറവ്, പുനരുല്പാദനക്ഷമത ക്ഷയിക്കൽ, പാലുല്പാദനത്തിന്റെ കുറവ് എന്നിവയും ഫ്ളൂറൈഡുകൾ സൃഷ്ടിക്കുന്ന ചില ദോഷങ്ങളാണ്.

സസ്യങ്ങളിൽ സൃഷ്ടിക്കുന്ന മാറ്റങ്ങൾ

കൃഷിയെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം മൗലികമായ പരിഗണനയർഹിക്കുന്നത് മൂന്ന് മാലിന്യകാരകങ്ങളാണ്. സൾഫർഡയോക്സൈഡ്, ഫ്ളൂറിൻ സംയുക്തങ്ങൾ, ഹിമധൂമിക. സൾഫർഡയോക്സൈഡിന്റെ ഫലങ്ങൾ സംശയാതീതമായി സ്ഥിരീകരിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഈ വാതകം പത്രകോശങ്ങളിലൂടെ കടന്ന് മെസോഫിൽ എന്ന ആന്തരകോശങ്ങളിൽ ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ഇത് ഒരു നിശ്ചിത പരിധി കവിയുമ്പോൾ കോശങ്ങൾ നിഷ്ക്രിയമാവുകയും മൃതിപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. കലകൾ തകർന്ന്

ഇലകൾ ഉണങ്ങിപ്പോവുക എന്നതാണ് ഇതിന്റെ ഫലം. കുറച്ച് കോശങ്ങളെ മാത്രമെ ഇത് ബാധിച്ചിട്ടുള്ളു എങ്കിൽ, ഇലകളുടെ ആ ഭാഗം തവിട്ട് കലർന്ന ചുവന്ന നിറമാവുകയോ, മുമ്പുള്ള പച്ചനിറം വിരംജിതമാവുകയോ ചെയ്യുന്നു. ഈ മാറ്റത്തിന് ക്ലോറോസിസ് എന്ന് പേർ. പരുത്തി, ഗോതമ്പ്, ബാർലി, ആപ്പിൾ എന്നീ ചെടികൾ സൾഫർഡയോക്സൈഡിനോട് അത്യധികം സുഗ്രാഹിതയുള്ളവയാണ്. 'നെക്രോസിസ്' (കോശങ്ങളുടെ നാശം) ക്ലോറോസിസ് എന്നിവക്ക് കാരണമാകുന്നതിന് പുറമെ സൾഫർഡയോക്സൈഡ് സസ്യങ്ങളുടെ ശ്വസനത്തിനും പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തിനും (photosynthesis) വിഘാതമുണ്ടാക്കുന്നു. ഇതിന്റെ വിഷാലുതയ്ക്ക് അടിസ്ഥാനം ഇതിന്റെ നിരോക്സീകരണ ഗുണങ്ങളാണെന്ന് (reducing properties) കരുതപ്പെടുന്നു.

സസ്യങ്ങൾക്ക് ഫ്ളൂറൈഡ് കൊണ്ടുണ്ടാകുന്ന തീവ്രമായ വൈകല്യങ്ങൾക്ക് കാരണം വായുവിന്റെ ഫ്ളൂറൈഡ് സംദൂഷണമാകുന്നു. ഈ വൈകല്യങ്ങൾ സൾഫർഡയോക്സൈഡ് സൃഷ്ടിക്കുന്ന വൈകല്യങ്ങൾക്ക് സദൃശമാണ്. കണികാരൂപത്തിലും വാതകരൂപത്തിലുമുള്ള ഫ്ളൂറൈഡുകൾ, കന്നുകാലികൾ തിന്നുന്ന ചെടികളുടെ ഇലകളിൽ അകത്തും പുറത്തും സഞ്ചയിച്ച് അവയുടെ സാന്ദ്രത 30–50 പിപിഎം-ൽ കവിയുന്നതോതിലെത്തിച്ചേരാറുണ്ട്. പർണ-ഫ്ളൂറൈഡ് സാന്ദ്രത 50–200 പിപിഎം ആയാൽ അത് സസ്യങ്ങൾക്ക് വിനാശഹേതുവാകുന്നു. സസ്യങ്ങൾക്ക് പലതരത്തിലുള്ള കേടുകളാണുണ്ടാകുന്നത്. സിരാവിവർണനം കൊണ്ടുള്ള പാടുകളാണ് പ്രത്യേകമായി ചോളച്ചെടികളിൽ കാണുന്നത്. ആപ്പിൾ, ഏപ്രിക്കോട്ട്, അത്തി, പീച്ച്, പ്രൂൺ എന്നിവയുടെയും സിട്രേസിയ കുടുംബത്തിൽപെട്ട ചെടികളുടെയും ഇലകൾ, വായുവിൽ വ്യാപിച്ചിട്ടുള്ള ഫ്ളൂറൈഡുകൾകൊണ്ട് ഹാനി നേരിടുന്നവയാണ്. എന്നാൽ പൂക്കൾക്കും ഫലങ്ങൾക്കും ഹൈഡ്രജൻഫ്ളൂറൈഡിനോടും മറ്റ് വാതക ഫ്ളൂറൈഡുകളോടും കൂടുതൽ പ്രതിരോധശേഷിയുണ്ട്.

ഫ്ളൂറൈഡുകൾ സസ്യങ്ങളുടെ പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തെയും ശ്വസനത്തെയും തടസ്സപ്പെടുത്തുന്നു. സ്വയംപ്രവർത്തകമായ കാർബൺഡയോക്സൈഡ് വിശ്ലേഷകങ്ങളുപയോഗിച്ച് ഇത് തെളിയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഫ്ളൂറൈഡുകളുടെ വിഷശക്തി പ്രകടമാവുന്നത് അവയുടെ അളവ് ഒരു നിശ്ചിത പരിധിവിട്ട് ഉയരുമ്പോഴാണ്. സസ്യങ്ങളുടെ പ്രകാശസംശ്ലേഷണം അപ്പോൾ തടസ്സപ്പെടുന്നു; എന്നാൽ അവയുടെ അളവ് ഈ പരിധിയിൽ താഴെയാണെങ്കിൽ കുഴപ്പമില്ലതാനും. വാതകസന്നിവേശ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്ന് തെളിഞ്ഞിട്ടുള്ള വസ്തുതയാണിത്. ഈ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ ഹൈഡ്രജൻ ഫ്ളൂറൈഡ് ആണ് സംദൂഷകമായി ഉപയോഗിച്ചത്. പലജാതി സസ്യങ്ങളെയും ഇതിന്റെ പ്രഭാവത്തിന് വിധേയമാക്കി.

ചില ചെടികൾക്ക്, വളരെ താഴ്ന്ന സാന്ദ്രതയിൽപോലും, സാരമായ നാശം സംഭവിക്കുമ്പോൾ, മറ്റു ചിലതിന് ഇതിന്റെ നൂറിരട്ടിയിലധികം സാന്ദ്രത ഉണ്ടായാൽപോലും യാതൊരു കോട്ടവും ഉണ്ടാകുന്നില്ല എന്നത് ഒരു പ്രഹേളികയാണ്. മറ്റൊരു പ്രധാനപ്പെട്ട വസ്തുത ഓർക്കേണ്ടതുണ്ട്: ഫ്ളൂറൈഡുകൾ മണ്ണിൽ അനേകശതം പിപിഎം വരെ കലർന്നിരുന്നാലും സസ്യങ്ങൾക്ക് അവ വലിച്ചെടുക്കാനുള്ള പ്രവണത ഇല്ലെന്ന് തന്നെ പറയാം.

ഓസോൺ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള വായുവിനോടുള്ള സമ്പർക്കം കൊണ്ട് സസ്യങ്ങൾക്ക് പല കേടുകളും ഉണ്ടാകുന്നു. പൊതുവെ ഇവ ഇലകളുടെ മുകൾ ഭാഗത്താണ് കാണപ്പെടുന്നത്. ഇലകളിലെമ്പാടും വെള്ളയോ തവിട്ടോ നിറത്തിലുള്ള പുള്ളികൾ, വരകൾ, അങ്ങിങ്ങായി പാടുകൾ എന്നിവയാണ് ലക്ഷണങ്ങൾ. ഇത്തരത്തിലുള്ള അങ്കനങ്ങൾ മുന്തിരി, സിട്രസ്, പുകയില എന്നിവയുടെ ചെടികളിൽ കാണപ്പെടുന്നു.

ഹിമധൂമികയും സസ്യങ്ങൾക്ക് ഹാനി വരുത്തുന്നുണ്ട്. ഓസോൺ, പെറോക്സി അസൈൽ നൈട്രേറ്റ് (peroxy acyl nitrate) ഓക്സീകാരകങ്ങളായ പ്രകാശരാസവസ്തുക്കൾ എന്നിവയടങ്ങിയിട്ടുള്ള ഹിമധൂമിക ഏൽക്കുന്നതുകൊണ്ട് പ്രായമാകുന്നതിന് മുമ്പുതന്നെ പരിപക്വനം പ്രാപിക്കുകയോ അല്ലെങ്കിൽ അവയ്ക്കു ജീർണത ബാധിക്കുകയോ ചെയ്യുന്നു. 0.01 പിപിഎം പോലെ അത്ര വളരെ താഴ്ന്ന സാന്ദ്രതയിൽ പോലും വായുവിൽ വ്യാപിച്ചിട്ടുള്ള PAN (പെറോക്സി അസൈൽ നൈട്രേറ്റ്) ആറു മണിക്കൂർ സമയം തട്ടിയാൽ റൊമെയ്ൻ ലെറ്റ്യൂസ് (Romain Lettuce), പിന്റോ ബീൻ, പെറ്റ്യൂനിയ (Petunia) എന്നീ ചെടികൾക്ക് നാശമുണ്ടാകുന്നതായി നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

മറ്റു വാതകമാലിന്യങ്ങളും ഇതുപോലെ സസ്യവിനാശകാരികളാണ്. സൾഫർ ഡയോക്സൈഡിനേക്കാൾ ഏകദേശം മൂന്നിരട്ടി സസ്യവിഷാലുത ക്ലോറിനുണ്ട്. അമോണിയക്ക് അത്ര തന്നെയില്ല. ഇത് 40 പിപിഎം–ൽ കൂടുതലാവുമ്പോൾ തക്കാളിക്ക് ഹാനികരമായിത്തീരുന്നു. ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡിന്റെ വിഷാലുത അല്പമാണ്. മുള്ളങ്കി, തക്കാളി, വെള്ളരി, സോയാബീൻ എന്നിവയ്ക്ക് ചെറിയതോതിലുള്ള കേടുകൾ ഇതുമൂലമുണ്ടാകാറുണ്ട്. എതിലീൻ (ethylene) തക്കാളിയിലും പയറിലും എപ്പിനാസ്റ്റി (epinasty) യിലും ശാഖാചക്രണത്തിന് തടസ്സം ഉണ്ടാക്കുന്നു.

സസ്യങ്ങളിന്മേലുള്ള വായുമലിനീകരണത്തിന്റെ പ്രഭാവങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനങ്ങൾ വായുമാലിന്യ കാരകങ്ങളുടെ രാസസ്വഭാവം, അവയുടെ സാന്ദ്രത, ഉദ്ഭാസന സമയം എന്നിവ നിർണയിക്കുന്നതിനുള്ള വിവരങ്ങൾ നൽകുന്നു. അതിനാൽ ഭാവിയിൽ, മനുഷ്യാരോഗ്യത്തിന് അപകടം വരുത്തിയേക്കാവുന്ന മാലിന്യകാരകങ്ങളെപ്പറ്റി, അവ രോഗലക്ഷണങ്ങൾ

സൃഷ്ടിക്കുന്നതിനുമുൻപേ തന്നെ മുന്നറിയിപ്പ് തരുന്നതിന് ഉചിതമായ സസ്യങ്ങളെ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുവാൻ സാധിച്ചേക്കും. സസ്യങ്ങളിലെ എൻസൈമുകളെ എങ്ങനെയാണ് വായുമലിനീകരണം ബാധിക്കുന്നത് എന്നുള്ള അറിവിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ തത്സദൃശമായി മനുഷ്യശരീരത്തിലെ എൻസൈമുകൾക്ക് എന്തു സംഭവിക്കുമെന്നും എന്തെല്ലാം പ്രതികരണങ്ങളുണ്ടാകാമെന്നും നമുക്ക് അനുമാനിക്കാം.

പദാർഥങ്ങൾക്കുണ്ടാകുന്ന പരിണാമങ്ങൾ

വായുവിലുണ്ടാകുന്ന മാലിന്യകാരകങ്ങൾ വസ്തുവകകൾക്കും പദാർഥങ്ങൾക്കും നാശമുണ്ടാക്കുന്നു. ഇക്കാര്യത്തിൽ ഏറ്റവും വിനാശകാരിയായ സംദൂഷകങ്ങൾ പുക, കരി, പൊടി, ഗന്ധകത്തിന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ എന്നിവയാണ്. വാതകരൂപത്തിലുള്ള മാലിന്യകാരകങ്ങളിൽ വച്ച് ഏറ്റവും ഹാനികരം സൾഫർഡയോക്സൈഡ് ആകുന്നു. ഇത് നീരാവിയോടും വായുവിനോടും കൂടിച്ചേർന്ന്, കൂടുതൽ സംക്ഷാരകമായ സൾഫ്യൂറസ്സും സൾഫ്യൂറിക്കുമായ അമ്ലങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നു. പൊതുവെ മാലിന്യകാരകങ്ങളുടെ ആക്രമണത്തോത് നീരാവി, താപനില, സൂര്യപ്രകാശം, വായുചലനം എന്നിവയുടെ മട്ടനുസരിച്ച് മാറുന്നു. ഇതിലേറ്റവും പ്രധാനം നീരാവിയാണ്. അതിന്റെ സാന്നിധ്യമില്ലെങ്കിൽ എത്ര രൂക്ഷമായ സംദൂഷണമുള്ള പരിസ്ഥിതികളിൽപോലും സംക്ഷാരണം നാമമാത്രമായേ ഉണ്ടാകുന്നുള്ളൂ.

അലുമിനിയം, അലുമിനിയം കലർന്ന കൂട്ടുലോഹങ്ങൾ, ചെമ്പ്, ചെമ്പ് കലർന്ന കൂട്ടുലോഹങ്ങൾ, ഇരുമ്പ്, ഉരുക്ക് എന്നിവയ്ക്കെല്ലാം സംദൂഷിതമായ വായുവിന്റെ സമ്പർക്കം കൊണ്ട് സംക്ഷാരണം സംഭവിക്കുന്നു. ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡ് ഈയച്ചായങ്ങളുമായി പ്രതിപ്രവർത്തനം നടത്തുന്നതിനാൽ 'ലെഡ് സൾഫൈഡ്' എന്ന പദാർഥം രൂപംകൊള്ളുന്നു. ഇക്കാരണത്താൽ ചായങ്ങൾക്ക് പലതരത്തിലുള്ള തവിട്ട്നിറങ്ങളോ അല്ലെങ്കിൽ കറുപ്പ് നിറമോ വന്നുചേരുന്നു. കെട്ടിടസാമഗ്രികൾക്ക് സാധാരണ കാലപ്പഴക്കംകൊണ്ടുള്ള അപക്ഷയങ്ങൾക്ക് പുറമെ, മലിനീകൃതമായ വായു കാരണം സംക്ഷാരണവും വൈരൂപ്യവും ഉണ്ടാകുന്നു. പുകക്കരി പററിപ്പിടിച്ച് നിൽക്കുന്നത് കെട്ടിടങ്ങളുടെ ഭംഗി നശിക്കുന്നതിന് കാരണമാണ്. ശക്തിയോടെ കാററൂതുന്ന സന്ദർഭങ്ങളിൽ വലിപ്പംകുടിയ കണികകൾ ഉപരിതലങ്ങളിൽ മന്ദമായിട്ടെങ്കിലും അപരദനം (erosion) ഉണ്ടാക്കുന്നു. സൾഫറിന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ ചുണ്ണാമ്പുകല്ലുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിച്ച് കാൽസിയം സൾഫൈഡ് ആയി രൂപാന്തരപ്പെടുന്നു. ഇതിനാൽ ഈ പദാർഥം മഴവെള്ളം വീഴുന്ന സ്ഥാനങ്ങളിൽ ക്രമേണ നഷ്ടപ്പെട്ടുപോവുന്നു.; കൂടുതൽ സംരക്ഷിതമായ സ്ഥാനങ്ങളിലാകട്ടെ, വിരൂപമായ

പൊള്ളപ്പുകളും കാണാം. വായുമലിനീകരണം സാധനസാമഗ്രികൾക്കു ണ്ടാക്കുന്ന നാശം അത്ര ഗുരുതരമല്ലെങ്കിലും, സൗന്ദര്യാത്മക പരിഗണ നകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ അത് ശല്യം തന്നെയാണ്.

അന്തരീക്ഷാവസ്ഥയിൽ വരുത്തുന്ന മാററങ്ങൾ

ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങളുടെയും എണ്ണയുടെയും വർധിച്ചിട്ടുള്ള ജ്വലനം കാരണം അടുത്തകാലത്തായി അന്തരീക്ഷത്തിൽ കാർബൺഡൈയോ ക്സൈഡിന്റെ സാന്ദ്രത കൂടിവരുന്നുണ്ട്. ഈ വാതകം നേരിട്ട് ഒരു മാലി ന്യകാരകമായി കരുതപ്പെടുന്നില്ലെങ്കിലും അത് അന്തരീക്ഷത്തിൽ പല പ്രഭാവങ്ങളും സൃഷ്ടിക്കുന്നു. താപത്തെ ശക്തമായി ആഗിരണം ചെയ്യു ന്നതിനാൽ, ഭൂമിക്ക് വികിരണമാർഗത്തിലൂടെയുണ്ടാകുന്ന ശീതനം ക്ഷയി പ്പിക്കുന്നു. അന്തരീക്ഷത്തിൽ ഇപ്പോഴുള്ള കാർബൺഡയോക്സൈ ഡിന്റെ അളവ് ഭാവിയിൽ ഇരട്ടിയാകുമെന്നും തന്മൂലം ഭൂമിയുടെ ഉപരിത ലത്തിലെ താപനില ഏകദേശം 1.3°C ഉയരുമെന്നും ഗണനങ്ങൾ സൂചി പ്പിക്കുന്നു.

കാർബൺഡയോക്സൈഡ് താപനില ഉയർത്തുന്നതിന് കാരണമാ ണെങ്കിൽ, അതിന് വിപരീതമായി ഭൂതലത്തിന്റെ താപനിലതാഴ്ത്തുക യാണ് പൊടിപടലം. അന്തരീക്ഷത്തിൽ വ്യാപിക്കുന്ന പൊടി, നീരാവി ഘനീഭവിക്കുന്നതിനോ ഹിമീഭവിച്ച് മഴയായിത്തീരുന്നതിനോ ഉപാധിയായ കേന്ദ്രബിന്ദുക്കളായി വർത്തിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ഫലമായി ആകാശം കൂടു തൽ മേഘാവൃതമാകുന്നു. പൊടി പടലങ്ങൾ സൗരവികിരണത്തെ അന്ത രീക്ഷത്തിൽ പ്രവേശിക്കുന്നതിൽ നിന്ന് തടയുകയും ചെയ്യുന്നു. അതി നാൽ താരതമ്യേന അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ താപനിലയിൽ അല്പം കുറവു ണ്ടാകുന്നു. അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ കലുഷതയിൽ 10 ശതമാനം വർധനവു ണ്ടായാൽ, അന്തരീക്ഷവ്യൂഹം ഒട്ടാകെ ആഗിരണം ചെയ്യുന്ന ഊർജ ത്തിൽ 0.8 ശതമാനം കുറവ് സംഭവിക്കുമെന്നും കാലാവസ്ഥയിൽ താപ നില ഏകദേശം 1 °C താഴുമെന്നും കണക്കാക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

വായുമലിനീകരണം : വായുഗുണതാമാപനം

യഥാർഥത്തിലുള്ള വായുമലിനീകരണത്തിന്റെ മൂല്യാങ്കനത്തിന് വായു ഗുണത അളന്ന് നിർണയിക്കേണ്ടതുണ്ട്. എന്നാൽ ഗുണത (quality) എന്താ ണെന്ന് നിർവചിക്കുന്നതിലുള്ള ബുദ്ധിമുട്ടുകൊണ്ടും "ശുദ്ധവായുവിൽ" എന്തൊക്കെയാണ് അടങ്ങിയിരിക്കേണ്ടത് എന്നതിനെപ്പററി വേണ്ടത്ര വിവ രങ്ങൾ ലഭിച്ചിട്ടില്ലാത്തതിനാലും, വായുഗുണതാമാപനം സങ്കീർണമാണ്. മാപനം പരിപൂർണമാകണമെങ്കിൽ, സാമ്പിൾ എടുക്കുന്നത് പരിപൂർണ മായിരിക്കണം. സാമ്പിളുകൾ എടുക്കുന്നത് സ്രോതസ്സിൽ നിന്നായാലും

പരിക്രമാന്തരീക്ഷത്തിൽ നിന്നായാലും അവയ്ക്ക് പ്രാതിനിധ്യസ്വാഭാവ മുണ്ടാകണം. മികച്ച മാപനഫലങ്ങൾക്ക് പ്രാമാണികമായ ടെക്നിക്കുകൾ തന്നെ ഉപയോഗിക്കുകയും വേണം. അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ പരിക്ഷേപണഗുണ ങ്ങളോട് ബന്ധപ്പെടുത്തിയാണ് മലിനീകരണത്തിന്റെ ശക്തി പഠിക്കേണ്ടത്.

വായുഗുണത പരിശോധിക്കുമ്പോൾ താഴെപ്പറയുന്ന മൂന്ന് മാപനങ്ങ ളാണെടുക്കേണ്ടത് –

1. ഉൽസർജനമാപനങ്ങൾ: ഒരു നിശ്ചല സ്രോതസ്സ് വിശ്ലേഷണ വിധേ യമാക്കുമ്പോൾ അതിന് സ്ററാക്ക് സാമ്പ്ളിങ് (stack sampling) എ ന്നുകൂടി പറയാറുണ്ട്. ചലിക്കുന്ന സ്രോതസ്സുകളിൽ നടത്തുന്ന സാമ്പ്ളിങ് കൂടുതൽ ബുദ്ധിമുട്ടുള്ളതാണ്. സ്ററാക്ക് സാമ്പ്ളിങ്ങിൽ, സ്ററാക്കിൽ ഒരു ദ്വാരമുണ്ടാക്കി സാമ്പ്ളുകൾ വലിച്ചെടുത്ത് തൽസ്ഥാനത്തുവെച്ചുതന്നെ വിശ്ലേഷണം ചെയ്യുന്നു.
2. പരിക്രമവായുവിന്റെ ഗുണത: പരിക്രമവായുവിന്റെ ഗുണത മൗലി കപ്രാധാന്യമുള്ളതാണ്. ഇതിന്റ മാപനങ്ങൾ മാത്രമാണ് ആരോ ഗ്യത്തിന്റെ അവസ്ഥാഭേദങ്ങൾക്കുള്ള ഹേതുക്കളെ നിർണയിക്കു ന്നതിന്റെ അടിസ്ഥാനം.
3. കാലാവസ്ഥാമാപനങ്ങൾ: മാലിന്യകാരകങ്ങൾ സ്രോതസ്സുകളിൽ നിന്ന് ഗ്രാഹകസ്ഥാനങ്ങളിലേക്ക് സഞ്ചരിക്കുന്നത് എപ്രകാരമാ ണെന്നും എന്തുകൊണ്ടാണെന്നും മനസ്സിലാക്കുവാൻ കാലാവസ്ഥാ സംബന്ധിയായ പ്രാചലങ്ങൾ (parameters) അറിഞ്ഞിരിക്കേണ്ടതുണ്ട്.

ഈ പ്രാചലങ്ങൾ ലഭ്യമല്ലെങ്കിൽ, മററ് വിധത്തിലെത്തിച്ചേരാവുന്ന നിഗമനങ്ങൾക്ക് നിശ്ചിതത്വം കുറയുന്നു. എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ മാലിന്യ കാരകങ്ങളുടെ സാന്ദ്രത അന്തരീക്ഷസ്ഥിതിഭേദങ്ങളനുസരിച്ച് പല തര ത്തിലുള്ള വ്യതിയാനങ്ങൾക്ക് വിധേയമാകുന്നു. വായുഗുണതാമാപന ത്തിലടങ്ങിയിട്ടുള്ളത് സാമ്പ്ളിങ്ങും വിശ്ലേഷണവുമാണ്. അവ താഴെ വിവ രിക്കുന്നു.

സാമ്പ്ളിങ്

വായുഗുണതാപരിശോധനയുടെ മുഖ്യമായ ഭാഗം സാമ്പ്ളിങ്ങാകുന്നു. സാമ്പ്ളിങ് നടത്തുന്നതിന് മുമ്പ് പല ഘടകങ്ങളും പരിഗണിക്കേണ്ടതുണ്ട്. സാമ്പ്ളിങ് അളവ് ഒരു പ്രധാന ഘടകമാണ്. വിശ്ലേഷണം സാധ്യവും പരിപൂർണവുമാക്കുവാൻ വേണ്ടത്ര അളവിലായിരിക്കണം അത്. സാമ്പ്ളിങ് നിർവഹിക്കപ്പെടുന്ന സമയത്തും അതിന് ശേഷവും സാമ്പ്ളിനുണ്ടാകാ വുന്നമാററമാണ് ശ്രദ്ധിക്കേണ്ട ഘടകം. പല പദാർഥങ്ങളും അല്പസാന്ദ്രത യിലാണെങ്കിൽ ആന്തരമായ അഭിക്രിയകളില്ലാതെ വർത്തിച്ചേക്കാം. എന്നാൽ സാമ്പ്ളിങ് സമയം നീണ്ടുപോയാൽ മാലിന്യകാരകങ്ങൾ തമ്മിൽ

ആന്തരമായ അഭിക്രിയകൊണ്ട് മററു ചില പദാർഥങ്ങൾ ഉല്പാദിതമാകുന്നതിനും ഈ പദാർഥങ്ങൾ അവശിഷ്ടവാതകങ്ങളിലോ അന്തരീക്ഷത്തിലോ കാണപ്പെടുന്നതിനും ഇടയുണ്ട്. അതിനാൽ വിശ്ലേഷകന് തെററ് പററാൻ ഏറെ സാധ്യതയുണ്ട്. തന്മൂലം ഈ വസ്തുതകൾ പ്രത്യേകം ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു.

കണികാരൂപത്തിലുള്ള സംദൂഷകങ്ങളുടെ സാമ്പ്ളിങ്

തെറ്റുകൾ കഴിവതും കുറവാക്കുന്നതിനായി, സാമ്പ്ളിങ് ഗതിജാവസ്ഥകൾക്ക് ആവുന്നത്ര മാറ്റമില്ലാത്ത വിധത്തിൽ നിർവഹിക്കേണ്ടതുണ്ട്. കണികാസംദൂഷകങ്ങളുടെ വാതകധാര ഒട്ടുംതന്നെ പ്രക്ഷോഭവിധേയമാകാതെ സംഗ്രഹണോപകരണത്തിൽ എത്തിച്ചേരണം. സാമ്പ്ളിങ് പാത്രത്തിന്റെ ഭിത്തികളിൽ നിക്ഷേപണങ്ങളോ സംഘനനങ്ങളോ (condensations) ഉണ്ടാകാൻ അനുവദിച്ചുകൂടാ.

അവശിഷ്ടവാതകങ്ങളുടെ സാമ്പ്ളിങ്

ഇത്തരം സാമ്പ്ളിങ്ങിൽ ഒട്ടേറെ പ്രയാസങ്ങളും നേരിടേണ്ടിവരുന്നു. സാമ്പ്ളിങ് വാതകധാരയുടെ വിവിധസ്ഥാനങ്ങളിലാകയും അനവധി സാമ്പിളുകൾ എടുക്കുകയും വേണമെന്നതാണ് ഇക്കാര്യത്തിൽ നിർദേശിക്കപ്പെടുന്നത്.

തുറസ്സായ സ്ഥലത്തുള്ള വായുവിന്റെ സാമ്പ്ളിങ്

തുറസ്സായ സ്ഥലത്തുള്ള വായുവിന്റെ സാമ്പ്ളിങ്ങിൽ വളരെ ബുദ്ധിമുട്ടുകളുണ്ട്. തെറ്റുകൾ ആവുന്നതും ഒഴിവാക്കുവാനും പ്രയാസങ്ങൾ മാറ്റിനിർത്താനും വേണ്ടി, നിരന്തരമായി അഭിലേഖനം ചെയ്യുന്ന ഉപകരണങ്ങൾ ഏർപ്പെടുത്തണം. ഒരിടത്തുതന്നെ പല സ്ഥാനങ്ങളിലായി ഒരേസമയത്ത് ഉപകരണങ്ങൾ സ്ഥാപിക്കേണ്ടതുണ്ട്. ഇതോടൊപ്പം കാലാവസ്ഥാമാപനങ്ങളും എടുത്തുകൊണ്ടിരിക്കണം. ഇതിനുപുറമേ പരീക്ഷണം നടത്തുന്ന പ്രദേശത്തിന്റെ ഭൂതലാകൃതിയും പർവതീയ ലക്ഷണങ്ങളും* (orographic features) കൂടി, പ്രതിചയനദത്തങ്ങളെ സമാകലനം ചെയ്യുവാൻ വേണ്ടി പഠിക്കേണ്ടതാവശ്യമാണ്.

സാമ്പ്ളിങ്ങിന്റെ രീതികളും ഉപകരണങ്ങളും

കണികാരൂപത്തിലുള്ള സംദൂഷകങ്ങളുടെ സാമ്പ്ളിങ്ങിനുള്ള രീതികളും ഉപകരണങ്ങളും: കണികാരൂപത്തിലുള്ള പദാർഥം ശേഖരിക്കുന്നതിനായി

* Orographic (പർവതീയം) – ഭൂമിശാസ്ത്രത്തിലെ ഒരു ശാഖയായ പർവതവിജ്ഞാനത്തെ സംബന്ധിക്കുന്നത്

അവസാദന (sedimentation) രീതികൾ, അരിച്ചെടുക്കുന്ന രീതികൾ, താപീയമായ അവക്ഷേപണരീതികൾ, സ്ഥിരവൈദ്യുതി അവലംബിച്ചുള്ള അവക്ഷേപണരീതികൾ, നേരിട്ട് നോക്കിയോ പ്രകാശമാപനത്തെ ആശ്രയിച്ചോ ഉള്ള രീതികൾ എന്നിവ സ്വീകരിക്കാവുന്നതാണ്. പരാഗനിലംബനങ്ങളുടെ സാമ്പ്ളിങിന് വളരെ യോജിച്ച രീതിയാണ് അവസാദനം. തപ്തമായ ഒരു പ്രതലം വായുവിൽ നിലംബിതമായിട്ടുള്ള കണികകളെ വികർഷിച്ച് അകറ്റുമ്പോൾ അവയെ ഒരു ശീതപ്രതലത്തിലേക്ക് നിപതിപ്പിച്ച് ശേഖരിക്കാമെന്നതാണ് താപീയമായ അവക്ഷേപണത്തിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള തത്വം. വാതകധാരയെ ഉചിതമായ ഒരു വൈദ്യുതബലത്തിന് വിധേയമാക്കുകയും നിലംബിതകണങ്ങളെ ഇലക്ട്രോഡുകളിലേക്ക് ആകർഷിച്ച് ശേഖരിക്കുകയും ചെയ്യുക എന്നതാണ് സ്ഥിരവൈദ്യുതി അവലംബിച്ചുള്ള അവക്ഷേപണരീതി. ദൃശ്യമോ പ്രകാശമാപനാധിഷ്ഠിതമോ ആയ ഉപാധികൾകൊണ്ട് പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങൾ വായുവിലോ അവശിഷ്ട വാതകത്തിലോ കണികകൾക്കുള്ള പരിക്ഷേപണാവസ്ഥയെ നേരിട്ട് നിരീക്ഷിക്കുവാൻ സഹായിക്കുന്നു. ഒരു ദൃശ്യമാർഗത്തിനുദാഹരണമാണ് റിങ്കൽമാൻ കാർഡുകൾ (Ringelmann cards). (ഈ രീതിയുടെ വിശദാംശങ്ങൾ അറിയുവാൻ ഡി. ഇ. പെയിന്റർ രചിച്ചിട്ടുള്ള എയർ പൊളൂഷൻ ടെക്നോളജി (1974) നോക്കുക.)

വാതകരൂപത്തിലുള്ള സംദൂഷകങ്ങൾ സാമ്പിൾ ചെയ്യുന്നതിനുള്ള ഉപകരണങ്ങളും രീതികളും: വാതകങ്ങളുടെയും ബാഷ്പങ്ങളുടെയും സാമ്പിളുകൾ അവശോഷകങ്ങളും (absorbers) അധിശോഷകങ്ങളും (adsorbers) കണ്ടൻസറുകളും (condensers) ഉപയോഗിച്ച് ശേഖരിക്കാവുന്നതാണ്. പല വാതകങ്ങളുടെയും ബാഷ്പങ്ങളുടെയും അത്യല്പമാത്രകൾ പോലും ഉചിതമായ അവശോഷക ലായനികൾ തിരഞ്ഞെടുത്താൽ അവശോഷണം ചെയ്തെടുക്കാം. ഈ രീതിയിൽ വിശ്ലേഷണം ചെയ്യാവുന്ന ചില സംദൂഷകങ്ങളിൽ സൾഫറിന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ, നൈട്രജന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ, ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡ്, ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ്, ഹൈഡ്രോഫ്ളൂറിക് ആസിഡ്, അമോണിയ എന്നിവ പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നു. വായുവോ വാതകമോ അതിശോഷണസ്തംഭങ്ങളിലൂടെ–ഇവയിൽ സിലിക്കാ ജെൽ, സക്രിയമാക്കിയ മരക്കരി, അല്ലെങ്കിൽ മറ്റേതെങ്കിലും അധിശോഷക പദാർഥം നിറച്ചിരിക്കും–പ്രവഹിപ്പിച്ച് അധിശോഷണത്തിന് വിധേയമാക്കാം. ഈ മാർഗം പ്രത്യേകിച്ച് ഓസോൺ, ലഘുഭാരമുള്ള ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ എന്നിവയ്ക്ക് ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു. സംഭൃതമാകുന്ന വാതകമോ വായുവോ സംഘനന രീതിയിൽ ശീതനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ഗന്ധയുക്തമായ പദാർഥങ്ങളുടെ സാമ്പ്ളിങിന് കണ്ടൻസറുകൾ പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നു.

റേഡിയോപ്രസരമുള്ള പദാർഥങ്ങളുടെ സാമ്പ്ളിങ്: ഈ സാമ്പ്ളിങ് ഏകദേശം മറ്റ് സംദൂഷകങ്ങളുടെ പോലെ തന്നെയാണ്. മഴവെള്ളം പാത്രങ്ങളിൽ ശേഖരിച്ച് റേഡിയോ പ്രസരശക്തി അളക്കാം. വായുവിലുള്ള റേഡിയോ പ്രസരമുള്ള ധൂളികൾ വലിപ്പംകൂടിയ സാമ്പ്ളിങ് ഉപകരണങ്ങളിൽ അരിപ്പകൊണ്ട് അരിച്ചെടുത്ത് പരിശോധിക്കാം. ഇതിനായി "ഗൈഗർ–മുള്ളർ കൗണ്ടർ"(Geiger--Muller counter) ഉപയോഗിക്കുന്നു.

വിശ്ലേഷണം

അന്തരീക്ഷത്തിൽ നിന്നെടുക്കുന്ന സാമ്പിളുകൾ വിശ്ലേഷണം ചെയ്യുന്ന രീതികൾ വ്യക്തമാക്കാൻ അവയെ മൂന്നു വകുപ്പുകളിൽപെടുത്തി പ്രതിപാദിക്കാം.

1. രാസീയമായ രീതികൾ
2. ഉപകരണങ്ങളെ അവലംബിച്ചുള്ള രീതികൾ
3. ജൈവികമായ രീതികൾ

രാസീയമായ രീതികൾ

പരിമാണാത്മകമായ രാസവിശ്ലേഷണരീതികൾ പല ഉപവകുപ്പുകളിൽ പെടുന്നവയാണ്. വ്യാപ്തമിതി (volumetry), ഗുരുത്വമിതി (gravimetry), വർണമിതി (colorimetry), ക്രോമാറ്റോഗ്രാഫി (chromatography), നെഫലോമിതി (nephellometry), കലുഷതാമിതി (turbidimetry) എന്നിവയെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ളതാണവ.

വ്യാപ്തമതിപരമായ രീതികളിൽ അമ്ലമിതി (acidimetry) ക്ഷാരമിതി (alkalimetry), ഓക്സീകരണം (oxidation), നിരോക്സീകരണം (reduction) അവക്ഷേപണം എന്നിവയെ അവലംബിച്ചുള്ള രീതികൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ആദ്യത്തെ രണ്ടെണ്ണം സൾഫ്യൂറസ് ആൻഹൈഡ്രൈഡ് (sulphurous anhydride), അമോണിയ മുതലായ ആസിഡുകളും ക്ഷാരീയപദാർഥങ്ങളും തിട്ടപ്പെടുത്തുവാൻ പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നു. ഓക്സീകരണം, നിരോക്സീകരണം (അയോഡിമെട്രിക്ക്) എന്നിവയുടെ രീതികൾ ക്ലോറൈഡുകൾ, ആൽഡിഹൈഡുകൾ, ഓക്സീകരണവസ്തുക്കൾ എന്നിവ നിർണയിക്കാനുതകുന്നു. ഹൈഡ്രോഫ്ളൂറിക്ക് ആസിഡ്, ഹൈഡ്രോക്ലോറിക്ക് ആസിഡ്, ഹൈഡ്രയോഡിക്ക് (hydriodic) ആസിഡ് എന്നിവയുടെ മാപനത്തിന് അവക്ഷേപണ രീതികളാണ് സ്വീകാര്യം.

സൾഫർ ഡയോക്സൈഡ്, പൊടി, കരി, കണികാരൂപത്തിൽ വായുവിൽ പരിക്ഷിപ്തമായിട്ടുള്ള ഇതരപദാർഥങ്ങൾ എന്നിവയ്ക്കെല്ലാം അവലംബിക്കുന്നത് ഗുരുത്വമിതീയ മാർഗങ്ങളാകുന്നു.

ലോഹികബാഷ്പങ്ങൾ, പൊടി, നൈട്രജന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ,

അമോണിയ, ഫ്ളൂറിൻ, ക്ലോറിൻ, കാർബൺ മോണോക്സൈഡ്, ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡ്, കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ്, ഫോർമാൽഡിഹൈഡ്, കാർബണികവും അകാർബണികവുമായ ഒട്ടേറെ ഇതര പദാർഥങ്ങൾ, സംയുക്തങ്ങൾ എന്നിവ നിർണയിക്കുവാൻ ഏറ്റവും യോജിച്ചതും വിപുലമായി പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നതും വർണമിതീയ രീതികളാണ്. വാതകരൂപത്തിലും കണികാരൂപത്തിലുമുള്ള പദാർഥങ്ങൾ മാപനം ചെയ്യുന്നതിന് നെഫെലോമിതീയവും കലുഷതാമിതീയവുമായ രീതികൾ സ്വീകരിക്കപ്പെടുന്നു. അല്പമാത്രയിലുള്ള സാമ്പിളുകൾ മതിയാകുമെന്നതാണ് ഈ രീതികളുടെ മെച്ചം. ഈയിടെയായി പല പദാർഥങ്ങളും വേർതിരിച്ചെടുക്കാനും തിരിച്ചറിയാനും ക്രൊമാറ്റോഗ്രാഫി വ്യാപകമായി അവലംബിച്ചു വരുന്നുണ്ട്.

ഉപകരണങ്ങളെ അവലംബിക്കുന്ന രീതികൾ

വിശ്ലേഷണം അതിവേഗത്തിൽ നിർവഹിക്കാനാവുമെന്നതുകൊണ്ട് ഉപകരണങ്ങളെ അവലംബിച്ചിട്ടുള്ള രീതികൾ വർധമാനമായി പ്രയോഗിക്കപ്പെട്ടുവരുന്നു. ക്ലാസിക്കൽ രീതികൾ മാപനത്തിൽ തൃപ്തികരമായ ഫലങ്ങൾ നൽകുന്നതിന് അപര്യാപ്തമായിരിക്കെ, ഉപകരണങ്ങളുടെ പ്രയോഗം കാര്യക്ഷമമായിരിക്കുന്നു. അവശോഷണം, ഉത്സർജനം, ദ്രവ്യമാനം എന്നിവയുടെ സ്പെക്ട്രോമെട്രിയെയും, എക്സ്റേ വിഭംഗനം (x-ray diffraction), പോളാരോഗ്രാഫി (polarography), സൂക്ഷ്മദർശി, താപസംവാഹകത എന്നിവ പ്രയോജനപ്പെടുത്തിയുള്ള മാപനം എന്നിവയാണ് ഉപകരണാശ്രിതമാപനത്തിലെ ചില രീതികൾ. അപവർത്തനമിതീയമായ മാർഗവും ഇതിൽപെടുന്നു.

വാതകരൂപത്തിലും കണികാരൂപത്തിലുമുള്ള വസ്തുക്കളെ ആമാപനം ചെയ്യുന്നതിന് സ്വീകരിക്കുന്നത്, ദൃശ്യസ്പെക്ട്ര മേഖലയിൽപെടുന്ന അവശോഷണസ്പെക്ട്രത്തെ ആസ്പദിച്ചുള്ള നിരീക്ഷണങ്ങളാണ്. കണികാപദാർഥങ്ങളിലുള്ള മൂലകങ്ങളെ–പ്രത്യേകിച്ച് സോഡിയം, പൊട്ടാസ്യം, കാൽസിയം, ബെറീലിയം, കറുത്തീയം, ആന്റിമണി, കാഡ്മിയം എന്നിവയെ–കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിന് ഉത്സർജനസ്പെക്ട്രത്തിന്റെ പഠനം പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. ലോഹികധൂളികൾ പോലെ വായുവിൽ തങ്ങിനിൽക്കുന്ന ക്രിസ്റ്റലീയ പദാർഥങ്ങളുടെ ഗുണാത്മകവും പരിമാണാത്മകവുമായ നിർണയങ്ങൾക്ക് ഉചിതമാണ് എക്സ്റേ–വിഭംഗന രീതികൾ. കണികകളുടെ വലിപ്പം നിർണയിക്കുന്നതിന് സൂക്ഷ്മദർശി ഉപയോഗിക്കുന്നു. അവക്ഷേപണ സാമ്പിളുകൾ തയ്യാറാക്കുന്നതിന് സൂക്ഷ്മദർശി നിരീക്ഷണവും രാസീയക്രിയാവിധികളും ചിലപ്പോൾ സംയോജിപ്പിക്കാറുണ്ട്.

ജൈവികമായ രീതികൾ

സംദൂഷിതമായ പ്രദേശങ്ങളിലെ സസ്യജാലത്തെയും വളർത്തുമൃഗങ്ങളുടെ ശരീരദ്രാവകങ്ങളെയും വിശ്ലേഷണം ചെയ്ത് ഏതെല്ലാം സംദൂഷകങ്ങളാണുള്ളതെന്ന് കണ്ടുപിടിക്കാം. ചില സംദൂഷകങ്ങളെ ഗന്ധംപോലെയുള്ള അഭീന്ദ്രിയസ്വഭാവം (organoleptic property) കൊണ്ടും തിരിച്ചറിയാം. എന്തായാലും ജൈവികരീതികൾക്ക് പരിമിതമായ പ്രയോഗങ്ങളേ ഉള്ളൂ.

വായുമലിനീകരണത്തിന്റെ നിവാരണവും നിയന്ത്രണവും

വായുമലിനീകരണത്തിന്റെ നിവാരണം വിവരിക്കുന്നതുപോലെ അത്ര എളുപ്പമുള്ള കാര്യമല്ല. വായുവിന് അല്പമെങ്കിലും മാലിന്യമേല്ക്കാതെ ആധുനിക ജീവിതത്തിന്റെ സൗകര്യങ്ങളും വർധിച്ചു വരുന്ന ആവശ്യങ്ങളും മിതമായ ചെലവിൽ സാധിപ്പിക്കാൻ സാധ്യമല്ല. പക്ഷേ വ്യവസായങ്ങൾ ശ്രദ്ധാപൂർവം ആസൂത്രണം ചെയ്തും സ്ഥാനം നിശ്ചയിച്ചും, ഉപകരണങ്ങൾ മെച്ചപ്പെട്ടരീതിയിൽ അഭികല്പന ചെയ്തും മെച്ചപ്പെട്ട രീതിയിൽ പ്രവർത്തിപ്പിച്ചും വലിയ ചെലവില്ലാതെ മലിനീകരണം ഒട്ടൊക്കെ നിവാരണം ചെയ്യാൻ സാധിക്കും. മലിനീകരണം നിയന്ത്രിക്കുവാൻ മുഖ്യമായ മൂന്നു മാർഗങ്ങളുണ്ട്.

1. ഇന്ധനത്തിന്റെ തെരഞ്ഞെടുക്കലും ഉപയോഗവും.
2. പ്രക്രിയയിലെ മാറ്റങ്ങൾ അഥവാ ഉപകരണങ്ങൾ.
3. സ്ഥലനിർണയവും മണ്ഡലനവും (zoning).

ഇന്ധനത്തിന്റെ തെരഞ്ഞെടുക്കലും ഉപയോഗവും ആസ്പദമാക്കിയുള്ള വായുമലിനീകരണ നിയന്ത്രണം

കൽക്കരിയും എണ്ണയുമാണ് മുഖ്യമായി ഉപയോഗിച്ച് വരുന്ന ഇന്ധനങ്ങൾ. ഇവ ജ്വലിപ്പിക്കുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന പ്രധാനപ്പെട്ട മാലിന്യകാരകങ്ങൾ പുകയും പൊടിയും സൾഫർഡയോക്സൈഡുമാകുന്നു. ഈ രണ്ട് ഇന്ധനങ്ങളുടെയും ജ്വലനം പുകയില്ലാത്തവിധത്തിൽ നിയന്ത്രിക്കാൻ സാധ്യമാണെങ്കിലും, ഇത് കൂടുതൽ എളുപ്പമായിട്ടുള്ളത് കൽക്കരിയെക്കാൾ എണ്ണ ജ്വലിക്കുമ്പോഴാണ്. മാത്രമല്ല കൽക്കരിയാണ് ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കുന്നതെങ്കിൽ, വലിയ വ്യവസായ സ്ഥാപനങ്ങളിൽ നിന്നുള്ളതിനേക്കാൾ ചെറിയ വ്യവസായ സ്ഥാപനങ്ങളിൽ നിന്നാണ് പുകയുടെ ഭീഷണിയുള്ളത്. ഈ കുഴപ്പങ്ങൾ ഒഴിവാക്കുന്നതിനായി കൽക്കരിക്ക് പകരം ഇന്ധനമായി എണ്ണ ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്. പക്ഷേ എണ്ണ കൊണ്ട് സൾഫർഡയോക്സൈഡിന്റെ ഉത്സർജനം വർധിക്കുമെന്ന പ്രശ്നമുണ്ട്.

അതിനാൽ കൽക്കരിക്ക് പകരം എണ്ണ സ്വീകരിച്ചാലും ധൂമത്തിന്റെ നിവാരണം മതിയാകുന്നില്ല. എന്ന് മാത്രമല്ല എണ്ണ കൂടുതലായ അളവിൽ ആവശ്യവുമാണ്. അതിനാൽ മറ്റ് മാർഗങ്ങൾ സ്വീകരിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു.

ആധുനിക വൈദ്യുതിനിലയങ്ങളും വ്യവസായങ്ങളും മുഖ്യമായും കൽക്കരിയാണ് ഇന്ധനമായി ഉപയോഗിക്കുന്നത്. സംഘടന വ്യത്യാസമനുസരിച്ച് പലതരം കൽക്കരിയുണ്ട്. രാസഘടന, ബാഷ്പശീലമുള്ള ഘടകപദാർഥങ്ങൾ, കേക്കിങ്ങ് സ്വഭാവം എന്നീ ഗുണധർമങ്ങളിലാണിവ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം. ഈ ഗുണധർമങ്ങൾ, ഗണ്യമായി ജ്വലനത്തെ ബാധിക്കുന്നു. ധൂമോല്പാദനം നിയന്ത്രിക്കാൻ കൽക്കരി പൊടിയാക്കിയശേഷം ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട് എങ്കിലും പൊടിയുടെ ഉത്സർജനമെന്ന പ്രശ്നം പിന്നെയുമുണ്ട്. ഇന്ധനതടത്തിലുള്ള പിഴവുകൾ കൊണ്ട് ജ്വലന ക്ഷമത കുറഞ്ഞു പോയേക്കാം. ചൂളയിലേക്ക് കൈകൊണ്ടല്ലാതെ യന്ത്രങ്ങൾ കൊണ്ട് ഇന്ധനം നീക്കുന്ന രീതി ഈയിടെയായി സ്വീകരിച്ച് വരുന്നതിനാൽ ജ്വലന ക്ഷമത വർധിച്ചിട്ടുണ്ട്. യാന്ത്രികാധാനം കാരണം പ്രത്യേകതരം കൽക്കരി തെരഞ്ഞെടുക്കേണ്ടി വരുന്നു. ഇന്ധനമായി എണ്ണ ഉപയോഗിക്കുകയാണെങ്കിൽ, സംപൂർണ ജ്വലനത്തിന് സൈദ്ധാന്തികമായി വേണ്ടിവരുന്ന അളവിനേക്കാൾ അല്പം കൂടിയ വായു ഉണ്ടാകത്തക്ക വിധം വായുവും ഇന്ധനവും തമ്മിലുള്ള അനുപാതം നിലനിർത്തേണ്ടതുണ്ട്. പുക ഇല്ലാതിരിക്കാൻ ഇതാവശ്യമാണ്. കോൾടാർ ഉപയോഗിക്കുമ്പോഴും എണ്ണ ജ്വലിപ്പിക്കുമ്പോൾ അനുവർത്തിക്കുന്ന രീതികൾ തന്നെ അവലംബിക്കുന്നു. കോക്കിന്റെ ജ്വലനത്തെ ബാധിക്കുന്ന മുഖ്യ ഘടകം അതിന്റെ വലിപ്പമാണ്. അതിനാൽ കോക്ക് കത്തിക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങൾ ഏർപ്പെടുത്തുന്നത് കോക്കിന്റെ വലിപ്പം പരിഗണിച്ചായിരിക്കണം.

പ്രക്രിയയിലെ മാറ്റങ്ങളും ഉപകരണങ്ങളും അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള വായു മലിനീകരണനിയന്ത്രണം

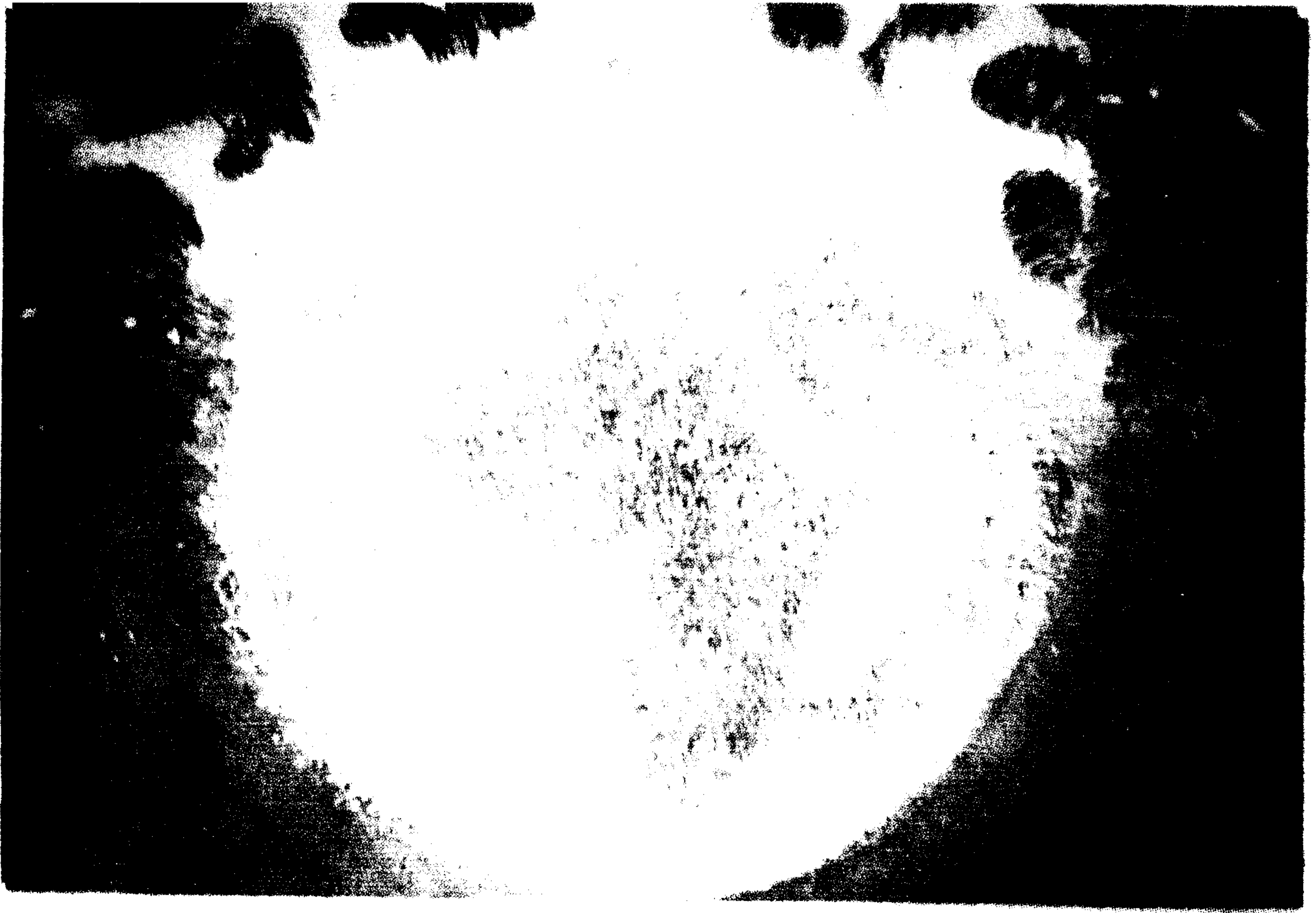
ഇതു രണ്ടു വിഭാഗങ്ങളിൽ പെടുത്താം:

1. ഏയ്റസോൾ ഉത്സർജനത്തിന്റെ നിയന്ത്രണം.
2. വാതകാവസ്ഥയിലുള്ള സംദൂഷകങ്ങളുടെ നിയന്ത്രണം.

ഏയ്റസോൾ ഉത്സർജനങ്ങളുടെ നിയന്ത്രണം

ഇതിനായി പുതിയതരം ഉപകരണങ്ങൾ ഇപ്പോൾ ആവിഷ്കൃതമായിട്ടുണ്ട്. അവ രണ്ടു വിധത്തിലുണ്ട്: (1) പ്രഗ്രാഹികൾ (arrestors) (2) സ്ക്രബ്ബറുകൾ (scrubbers) (ശുദ്ധികാരകങ്ങൾ).

പ്രഗ്രാഹികൾ: പ്രഗ്രാഹികളെ തന്നെ മൂന്നായി തരംതിരിക്കാം (എ) ജഡത്വം അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള പൃഥക്കാരകങ്ങൾ (separators) (ബി) അരിപ്പകൾ. (സി) അവക്ഷേപകങ്ങൾ.



പ്ലേറ്റ് 1 ജനസംഖ്യാ വിസ്ഫോടനം പരിസ്ഥിതി നാശമുണ്ടാക്കുന്നു.



പ്ലേറ്റ് 2 കീടനാശിനികളില്ലാത്ത നെൽകൃഷി ജല ജീവികളുടെ അതിജീവനത്തിനു സഹായിക്കുന്നു.



പ്ലേറ്റ് 3 കീടനാശിനി വിഷമുള്ള തണ്ണിമത്തനുകൾ.



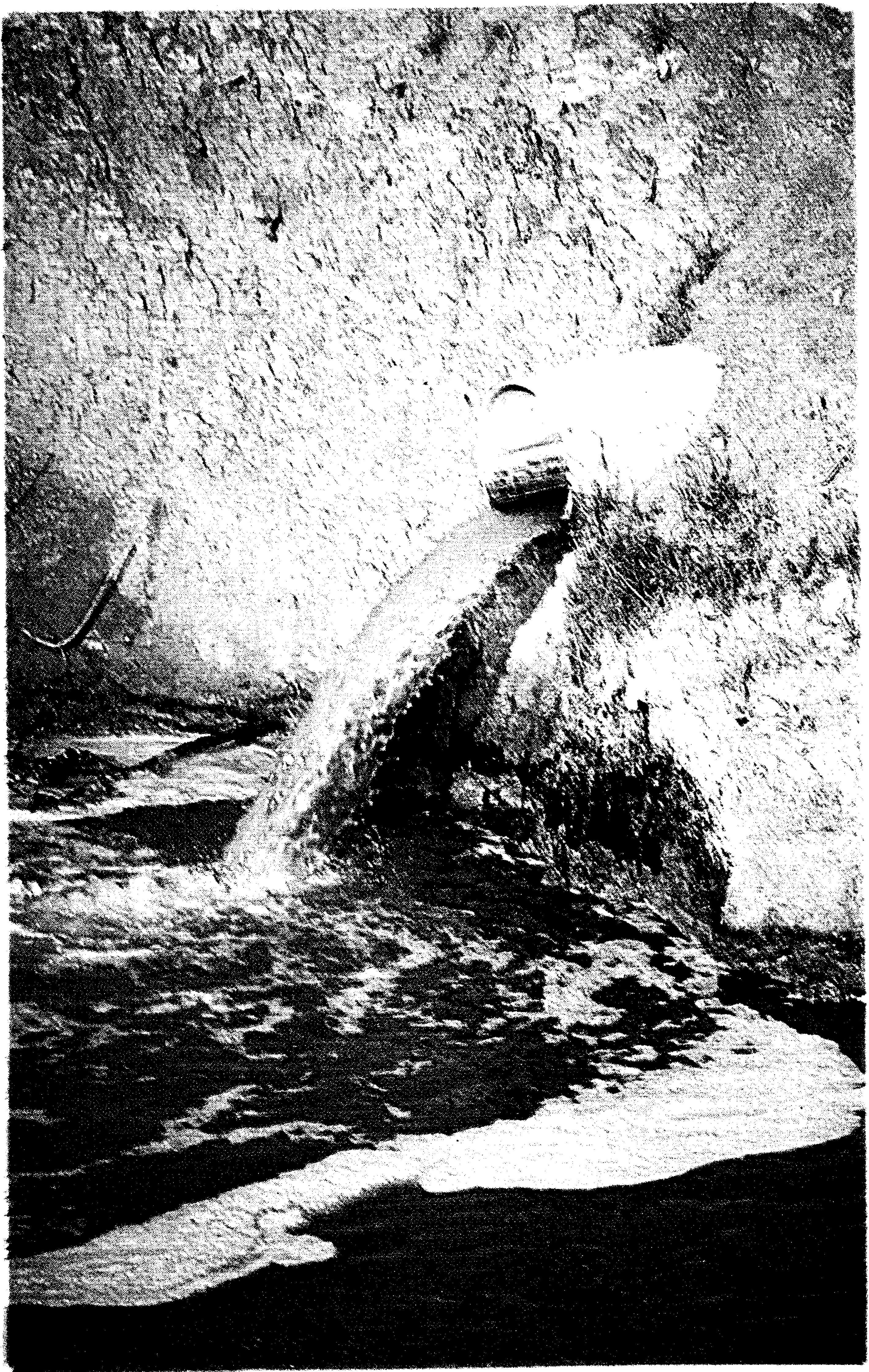
പ്ലേറ്റ് 4 നദികളിലെ അലക്കു കാരണമുള്ള മലിനീകരണം.



പ്ലേറ്റ് 5 ഭൂമിക്കുള്ളിലെയും ഉപരിതലത്തിലെയും ജലത്തിനു മലിനീകരണം'
ഒരു ഗുരുതര ഭീഷണിയാണ്.
(കടപ്പാട്: ഗ്രീൻ പീസ് കമ്യൂണിക്കേഷൻസ് ലിമിറ്റഡ്, ലണ്ടൻ)



പ്ലേറ്റ് 6 കരിമ്പു പാടങ്ങളിലേക്കു പുറന്തള്ളുന്ന കടലാസു ഫാക്ടറിയിലെ മാലിന്യം



പ്ലേറ്റ് 7 അകാസ്നെഗ്രാസ് നദിയിലേക്കു തള്ളപ്പെട്ട നഗര-
വ്യവസായ മാലിന്യങ്ങൾ.
(കടപ്പാട്: ഗ്രീൻ പീസ് കമ്യൂണിക്കേഷൻസ് ലിമിറ്റഡ്, ലണ്ടൻ).



പ്ലേറ്റ് 8 കടലിലെ എണ്ണപ്പാട കടൽജലത്തെ മലിനമാക്കുന്നു.



പ്ലേറ്റ് 9 അറബിക്കടൽ തീരത്തേയ്ക്കടിക്കുന്ന എണ്ണ മൂടിയ തിരമാലകൾ



പ്ലേറ്റ് 10 മാലിന്യക്കൂമ്പാരങ്ങളിൽ പറവകൾ വളരുന്നു



പ്ലേറ്റ് 11 കടലിലെ എണ്ണപ്പാടയ്ക്ക് ഇരയായ ഒരു പറവ.



പ്ലേറ്റ് 12 കൂന കൂട്ടപ്പെട്ട ഉപേക്ഷിച്ച വീട്ടുപകരണങ്ങൾ.



പ്ലേറ്റ് 13 അലക്ഷ്യമായി വലിച്ചെറിയപ്പെട്ട ഒരു കുന്ന് പാഴ്‌വസ്തുക്കൾ



പ്ലേറ്റ് 14 വനനശീകരണം മാരക വിപത്തുകളുണ്ടാക്കാം.



പ്ലേറ്റ് 15 മരങ്ങളെ മഴുവിൽ നിന്നു രക്ഷിക്കാനുള്ള 'അപ്പിക്കോ' പ്രസ്ഥാനം.

(എ). ജഡത്വം അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള പൃഥക്കാരകങ്ങൾ: ഇതിൽ പരിക്ഷിപ്തമായ വസ്തുവിന്റെ ജഡത്വം പ്രയോജനപ്പെടുത്തി വാതകവും കണികകളും തമ്മിൽ വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്ന എല്ലാ നിർജലസംഗ്രാഹകങ്ങളുംപെടും. ഇപ്രകാരമുള്ള രണ്ടുതരം ഉപകരണങ്ങൾ ഇപ്പോൾ ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു. സൈക്ലോണിക്ക് (cyclonic) പൃഥക്കാരകങ്ങളും, ട്രജക്റ്ററി പൃഥക്കാരകങ്ങളും (trajectory separators.). ഇതിൽ ആദ്യത്തേത് ഏറ്റവും ചെലവു കുറഞ്ഞതും പ്രമുഖവുമായ പരിക്ഷിപ്തവസ്തുഗ്രാഹകങ്ങളിൽ പെടുന്നു. പരിക്ഷിപ്തവസ്തുവിൽ കൂടുതലായി ജഡത്വപ്രഭാവമുളവാക്കുന്നതും അനുസ്യൂതവുമായ ഒരു അപകേന്ദ്രബലം ഈ ഉപകരണം സൃഷ്ടിക്കുന്നു. വ്യാവസായിക ധൂളികൾ സഞ്ചയിച്ച് മാറ്റുന്നതിന് വിപുലമായി ഉപയോഗിച്ചു വരുന്നവയാണ് സൈക്ലോണിക്ക് പൃഥക്കാരകങ്ങൾ. സിമന്റുല്പാദനം, ധാതുസംസ്കരണം, കടലാസും പൾപ്പും നിർമ്മിക്കൽ, ഭക്ഷ്യധാന്യസംസ്കരണം, മരപ്പണികൾ എന്നിവയ്ക്ക് വേണ്ടിയുള്ള വ്യവസായസ്ഥാപനങ്ങളിൽ, വായുവിൽ പരിക്ഷിപ്തമാകുന്ന വസ്തുക്കൾ നിയന്ത്രിക്കുവാൻ ഇവ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

അരിപ്പകൾ: അത്യധികം നേർമ്മയുള്ള കണികകളെ നീക്കം ചെയ്യുവാൻ അരിപ്പകൾ ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു. ഇതുകൊണ്ട് താപനിലയിലോ ആർദ്രതയിലോ യാതൊരുമാറ്റവും ഉണ്ടാകുന്നില്ല. തുണിയോ നാരുകളുടെ അടുക്കുകളോ മാതിരി സുഷിരങ്ങളുള്ള ഒരു മാധ്യമത്തിൽകൂടി വാതകം അരിച്ച് അതിൽനിന്ന് പരിക്ഷിപ്തഖരപദാർഥങ്ങളെ നീക്കം ചെയ്യുന്ന സമ്പ്രദായമാണ് ആദ്യം വികസിതമായത്. സൈക്ലോണിക്ക് പൃഥക്കാരകങ്ങളെ മാറ്റിനിർത്തിയാൽ പിന്നെ അന്തരീക്ഷ മാലിന്യകാരകങ്ങളെ നിയന്ത്രിക്കുന്നതിന് ഏറ്റവും ഫലപ്രദമായ ഉപാധി അരിപ്പകളാകുന്നു.

അവക്ഷേപകങ്ങൾ: ഇന്ധനവാതകങ്ങളിലുണ്ടാക്കുന്ന ധൂളികൾ തടയുന്നതിന് എറ്റവും ഫലപ്രദമായ ഉപകരണം വൈദ്യുതി പ്രേരിതമായ അവക്ഷേപകങ്ങളാണ്. വലിയ വൈദ്യുതിനിലയങ്ങളിലെ സ്റ്റാൻഡേഡ് ഉപകരണങ്ങൾ ഇവയാകുന്നു. ഏകദിശീയമായ ഒരു ഉയർന്ന പൊട്ടൻഷ്യലുള്ള വൈദ്യുതി മണ്ഡലം നൽകുന്ന രണ്ടു ഇലക്ട്രോഡുകൾക്കിടയിൽക്കൂടി, പരിക്ഷിപ്ത വസ്തുക്കളെ വഹിക്കുന്ന വാതകം പ്രവഹിപ്പിക്കുക എന്നതാണ് ഇതിന്റെ അടിസ്ഥാനതത്വം. ഒരു ഇലക്ട്രോഡിന്റെ (വിസർജന ഇലക്ട്രോഡ്) വക്രതാവ്യാസാർധം രണ്ടാമത്തേതിന്റെ (സംഗ്രാഹക ഇലക്ട്രോഡ്) വ്യാസാർധത്തേക്കാൾ അനേകം മടങ്ങ് ചെറുതാണ്. ഉയർന്ന വൈദ്യുതപൊട്ടൻഷ്യലും വക്രതാവ്യത്യാസവുമുള്ളതിനാൽ ആദ്യത്തെ ഇലക്ട്രോഡിന് സമീപം ഒരു കൊറോണ വിസർജനമുണ്ടാകുന്നു. ഇതുകൊണ്ട് സംജാതമാകുന്ന അയണീകരണ മണ്ഡല

ത്തിന്റെ പ്രഭാവത്തിൽ പരിക്ഷ്പിതകണങ്ങൾക്ക് വൈദ്യുതാധാനമുണ്ടാവുകയും അവ വിപരീതവൈദ്യുതിയിലുള്ള സംഗ്രാഹകഇലക്ട്രോഡിലേയ്ക്ക് കുടിയേറുകയും ചെയ്യുന്നു. കണികകൾ ഇങ്ങനെ ഒരിടത്ത് നിക്ഷ്പിതമാവുമ്പോൾ അവയെ യാന്ത്രികമായ പ്രക്രിയകളിലൂടെ നീക്കം ചെയ്യാനാകും.

ശുദ്ധികാരകങ്ങൾ: കണികാരൂപത്തിലുള്ള പദാർഥങ്ങളെ നീക്കിക്കളയാൻ അപൂർവമായേ ഈ ഉപകരണങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നുള്ളൂ. വാതകങ്ങളും ബാഷ്പങ്ങളും നിഷ്കാസനം ചെയ്യാനാണിവ ഏറ്റവും യോജിച്ചത്. ശുദ്ധികാരകങ്ങൾ പലതരമുണ്ട്: ആർദ്രക്ഷാളകങ്ങൾ (Wet washers), ഇംപിഞ്ച്മെന്റ് സ്ക്രബറുകൾ (Impingement scrubbers), സ്പ്രേടവറുകൾ, സൈക്ലോണിക് സ്ക്രബറുകൾ, വിഘടക സ്ക്രബറുകൾ, സ്പ്രേ ഡി—ഡസ്റ്റേഴ്സ് (Spray de dusters) എന്നിവ.

വാതകീയ സംദൂഷകങ്ങളുടെ നിയന്ത്രണം

ഏയ്റസോളുകൾ നീക്കിക്കളയുന്ന രീതിയിൽ നിന്ന് വളരെ വ്യത്യസ്തമാണ് വാതകീയമാലിന്യകാരകങ്ങൾക്കുള്ള ടെക്നിക്കുകൾ. നിയന്ത്രണോപകരണങ്ങൾ മൂന്ന് തരമുണ്ട്: ജ്വലനം, അവശോഷണം, അധിശോഷണം എന്നിവയെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയവ.

ഓക്സീകരണത്തിന് വിധേയമാക്കുന്ന സംദൂഷകവാതകങ്ങളുടെ കാര്യത്തിലാണ് ജ്വലനം പ്രയോഗിക്കുന്നത്. ജ്വലന പ്രക്രിയയിൽ മാലിന്യകാരകങ്ങളെ വളരെ ഉയർന്ന താപനിലയിലേക്കു (650°c) തപിപ്പിക്കുന്നു. പെട്രോകെമിക്കൽ വ്യവസായങ്ങളും രാസവളം, ചായം, വാർണിഷ് എന്നിവ നിർമ്മിക്കുന്ന വ്യവസായങ്ങളും ജ്വലനമാതൃകയിലുള്ള ഉപകരണങ്ങൾ ഏർപ്പെടുത്തുന്നു. ഇവയ്ക്ക് പണച്ചെലവ് വളരെ കൂടുമെന്ന് എടുത്തുപറയേണ്ടതുണ്ട്.

വാതക തന്മാത്രകളെ ഒരു വിസരണ പ്രക്രിയയിലൂടെ ദ്രാവകാവസ്ഥയിലേക്ക് പരിവർത്തനം ചെയ്യിക്കുന്നതാണ് അവശോഷണരീതിയിലുള്ളത്. ഇതിൽ അവശോഷകത്തിന്, വിപരീതമർദം ഉണ്ടാകാത്ത വിധത്തിൽ ഉയർന്ന അളവിലുള്ള അവശോഷണ ക്ഷമത ഉണ്ടായിരിക്കണം. അവശോഷണത്തെ അവലംബിച്ചുള്ള ഉപകരണങ്ങൾ സ്പ്രേ ചേംബർ, പാക്ക്ഡ് ടവേഴ്സ് (packed towers), ബബിൾ ക്യാപ്പ് അല്ലെങ്കിൽ സീവ് പ്ലേറ്റ് കോൺട്രാക്ടർ (Bubble cap or sieve plate contractor) എന്നിങ്ങനെ പല വിധത്തിലുണ്ട്. ദ്രാവകശീകരണങ്ങളുടെ മേഖലകളിലൂടെ വാതകത്തെ പ്രവഹിപ്പിക്കുന്ന ശൂന്യമായ അറകളാണ് സ്പ്രേചേംബറുകൾ. പാക്ക്ഡ് ടവറുകളിൽ അകത്തുനിറച്ചു വച്ചിട്ടുള്ള ഏതെങ്കിലും പദാർഥത്തിലൂടെ അവശോഷകം കീഴ്പോട്ടും വാതകം മേല്പോട്ടും പ്രവഹിക്കുന്നു. ഇതു

കൊണ്ട് അവശോഷകവും വാതകവും തമ്മിൽ തൊട്ടുചേർന്ന സമ്പർക്ക മുണ്ടാകുന്നു. ബബ്ൾ ഗ്യാപ് അറകളിൽ, അവശോഷകം വച്ചിട്ടുള്ള തട്ടു കളുടെ നിരയിൽ കൂടിയാണ് വാതകത്തിന്റെ പ്രയാണം.

ചില വാതകങ്ങളും ബാഷ്പങ്ങളും തീപിടിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളും സൃഷ്ടിക്കുന്ന വായുമലിനീകരണം നിയന്ത്രിക്കാൻ രാസപ്രവർത്തനം കൊണ്ടോ മറ്റുവിധത്തിലോ സാധ്യമല്ലെങ്കിൽ അധിശോഷണം മാത്രമാണ് ലഭ്യമായ മാർഗം. അധിശോഷണം പ്രതലങ്ങളിൽ സംഭവിക്കുന്ന പ്രതി ഭാസമാകയാൽ അതിന് വളരെ വിസ്താരമേറിയ ഖരപ്രതലങ്ങൾ ആവ ശ്യമാണ്. വിഷാലുക്കളോ ഗന്ധയുക്തമോ ആയ സംയുക്തങ്ങളെ അധി ശോഷണം ഉപയോഗിച്ച് ഫലപ്രദമായി മാറ്റിക്കളയാം.

മോട്ടോർവാഹനങ്ങളിൽനിന്നുള്ള ഉൽസർജനത്തിന്റെ നിയന്ത്രണം: മോട്ടോർവാഹനങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള ഉൽസർജനങ്ങൾ ഹൈഡ്രോകാർബ ണുകൾ, കാർബൺമോണോക്സൈഡ്, നൈട്രജന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ എന്നിവയെ വായുവിൽ ചെലുത്തുന്നു. സൂര്യപ്രകാശത്തിന്റെ സാന്നിധ്യ ത്തിൽ, ചില ഹൈഡ്രോകാർബണുകളും നൈട്രജന്റെ ഓക്സൈഡു കളും തമ്മിൽ പ്രകാശരാസ ക്രിയകളുണ്ടാവുകയും ദ്വിതീയ സംദൂഷക ങ്ങൾ ആവിർഭവിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ക്രാങ്ക് കെയ്സുകളിൽ നിന്നുകൂടി ഉത്സർജനങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട് എന്നാണ് നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത്.

ഈ ഉത്സർജനങ്ങളെ നിയന്ത്രിക്കാൻ ഇപ്പോൾ പല സാങ്കേതികോ പായങ്ങളും കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. ട്യൂണിങ്ങ്, ഉത്പ്രേരകങ്ങളുടെ പ്രയോഗം, യന്ത്ര ഘടനയിൽ മാറ്റങ്ങൾ വരുത്തുക എന്നിവ അതിൽ ചിലതാണ്. ഉൽസർജനത്തിലുള്ള സംയുക്തങ്ങളിൽ സാരമായ വ്യത്യാസം വരു ത്തുന്ന ക്രിയയാണ് ട്യൂണിങ്ങ്. ഉദാഹരണമായി വായുവും ഇന്ധനവും തമ്മിലുള്ള അനുപാതം വർധിപ്പിച്ചാൽ കാർബൺ മോണോക്സൈഡി ന്റെയും ഹൈഡ്രോകാർബണുകളുടെയും സാന്ദ്രത കുറയുന്നു.

ഉത്പ്രേരകങ്ങളുടെ രാസപ്രവർത്തനം കൊണ്ട് കാർബൺ മോണോ ക്സൈഡ് കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ് ആയി രൂപാന്തരപ്പെടുകയും തന്മൂലം നൈട്രജന്റെ ഓക്സൈഡുകൾ നൈട്രജൻ ആയി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. പക്ഷേ ഉത്പ്രേരക പദാർഥങ്ങൾക്ക് ചില ന്യൂനതകളുണ്ട്. അവ ഇന്ധനത്തിലുള്ള ഗന്ധകത്തെ സൾഫർ ട്രൈയോക്സൈഡ് ആയി ഓക്സീകരിക്കുന്നു; കൂടാതെ കറുത്തീയം കൊണ്ട് അവ എളുപ്പത്തിൽ ദൂഷിതവുമാകുന്നു. യന്ത്രത്തിന്റെ പുനസ്സംവിധാനം കൊണ്ട് ചില ഗണ്യ മായ മെച്ചങ്ങളുണ്ട്. പുനസ്സംവിധാനം ചെയ്ത യന്ത്രങ്ങളിൽ സിലിണ്ടറി ന്നകത്ത് രണ്ട് അറകളുണ്ട്. ഇതിന്റെ ഫലമായി തീനാളം പരന്നതാവുകയും ഇന്ധനജ്വലനം കൂടുതൽ കാര്യക്ഷമമാവുകയും ചെയ്യുന്നു. എങ്കിലും ഈ മാറ്റങ്ങൾ പ്രശ്നം പൂർണമായി പരിഹരിക്കുവാൻ മതിയാവുന്നില്ല.

സൾഫർ ഡയോക്സൈഡിന്റെ സാന്ദ്രത ലഘൂകരിക്കൽ: സൾഫർ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ഇന്ധനങ്ങളുടെ ജ്വലനത്തിൽ നിന്ന് ഉൽസർജിക്കപ്പെടുന്ന സൾഫർ ഡയോക്സൈഡ് തടയുവാൻ ഇന്ന് തൃപ്തികരമായ ഉപായങ്ങളൊന്നുമില്ല. അതിനാൽ ഭൂമി നിരപ്പിൽ ഈ വാതകത്തിന്റെ സാന്ദ്രത വേണ്ടത്ര താഴ്ന്നിരിക്കുവാനായി വളരെ ഉയരത്തിലുള്ള ധൂമ രോധസം വിധാനം കൊണ്ട് വാതകത്തെ ക്ഷയീഭവിപ്പിക്കുന്നു. ചില രാജ്യങ്ങളിൽ പൊതുജനാരോഗ്യം സംരക്ഷിക്കുവാനായി വൈദ്യുതി നിലയങ്ങൾ നഗരങ്ങളിൽ നിന്ന് വളരെ ദൂരെയാണ് സ്ഥാപിച്ചിട്ടുള്ളത്. ഇന്ധന വാതകങ്ങൾക്ക് ശീതനം സംഭവിക്കാത്തവിധത്തിൽ (വാതകപടലത്തിന്റെ ഊർധ്വ ഗതിക്ക് തടസ്സം വരാത്തവിധത്തിൽ) അതിലുള്ള സൾഫർ ഡയോക്സൈഡ് അവശോഷണ വിധേയമാക്കുന്നതിനുള്ള ഗവേഷണങ്ങൾ ലോകത്തിലെമ്പാടും നടന്നുവരുന്നു.

സ്ഥല നിർണയവും മണ്ഡലനവും അവലംബിച്ചുള്ള വായുമലിനീകരണ നിയന്ത്രണം

ഒരു വ്യവസായശാല മാത്രം ഒരു സ്ഥലത്ത് സ്ഥാപിക്കുക എന്നതാണ് സ്ഥല നിർണയം കൊണ്ടുദ്ദേശിക്കുന്നത്. ഇത് കൊണ്ട് മലിനീകരണത്തിന്റെ അനേകം സ്രോതസ്സുകൾക്ക് പകരം ഒരു സ്രോതസ്സുമാത്രമേ, ഒരിടത്ത് ഉണ്ടാവുന്നുള്ളൂ. ഇതിന് ചുറ്റുമുള്ള പ്രദേശത്ത് മാലിന്യനിയന്ത്രണം മാലിന്യവാഹകമായ അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ യാന്ത്രിക സ്വഭാവങ്ങളെ മനസ്സിലാക്കി നടപ്പിലാക്കുന്നു. ഇതിന് മണ്ഡലനം എന്ന് പേർ. വ്യവസായശാലകളുടെയും പാർപ്പിടങ്ങളുടെയും വിന്യസനവും മണ്ഡലനവും കാലാവസ്ഥയുടെ സവിശേഷതകൾ, പ്രത്യേകിച്ച് തദ്ദേശീയമായ സൂക്ഷ്മ കാലാവസ്ഥാസവിശേഷതകൾ, പരിഗണിച്ചാവണം നിർവഹിക്കുന്നത്. ഇതോടൊപ്പം ശ്രദ്ധേയമായ മറ്റ് ഘടകങ്ങളും ഇല്ലാതില്ല. ഒരു വ്യവസായശാലക്കുള്ള സ്ഥലം തെരഞ്ഞെടുക്കുമ്പോൾ അസംസ്കൃതപദാർഥങ്ങൾ എത്തിക്കാനുള്ള സൗകര്യം ഗതാഗതത്തിനും ജോലിക്കാരുടെ ആവശ്യങ്ങൾ നിർവഹിക്കുന്നതിനുമുള്ള സംവിധാനം, ഉല്പന്നങ്ങൾക്കുള്ള വിപണന സാധ്യത എന്നിവകൂടി ഒരു വ്യവസായസംരംഭകന് പരിഗണിക്കേണ്ടിവരും.

നിയമപരമായ നിയന്ത്രണങ്ങൾ*

വായുമലിനീകരണം നിയന്ത്രിക്കുവാൻ സാങ്കേതികവും ശാസ്ത്രീയവുമായ വിജ്ഞാനം മാത്രം പോരാ. സാങ്കേതികവിജ്ഞാനം നിയമാനുസൃതമായ രീതിയിൽ പ്രയോഗിക്കണം. ലോകാരോഗ്യസംഘടനയുടെ അഭി

* Air Pollution WHO Technical Report Series No: 157-1958-ൽ നിന്ന്, WHO സദയം നൽകിയ അനുമതിയോടെ, ഉദ്ധരിക്കുന്നത്.

പ്രായമനുസരിച്ച് വായുമലിനീകരണത്തെ ഭരണപരമായി നിയന്ത്രിക്കുന്നതിനുവേണ്ട ഉചിതമായ നിയമങ്ങൾ ദേശീയതലത്തിൽ ആവിഷ്ക്കരിക്കുവാൻ പൊതുജനാരോഗ്യഭരണം, വ്യാവസായിക ശുചിത്വം, ഇന്ധനോപയോഗം, കൃഷി, ശാസ്ത്രം, വ്യവസായങ്ങളുടെയും നഗരങ്ങളുടെയും പ്ലാനിങ്ങ് എന്നീ രംഗങ്ങളെ പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നവരടങ്ങുന്ന ഒരു കമ്മിറ്റി ആവശ്യമാണ്. ഇങ്ങനെയുള്ള ഒരു കമ്മിറ്റിക്ക് അതാത് രാജ്യത്തിന്റെ പ്രത്യേകപ്രശ്നങ്ങൾക്ക് യോജിച്ചതരത്തിലുള്ള നിയമാവലികൾ ശുപാർശ ചെയ്യാനാകും. എന്ന് മാത്രമല്ല ഇത്തരം കമ്മിറ്റിക്ക് WHO യുടെ മാർഗനിർദേശങ്ങൾ ലഭ്യമാക്കാമെന്നും ലോകാരോഗ്യസംഘടന ഉറപ്പുതന്നിരിക്കുന്നു. ഇതിന് പുറമെ താഴെ പറയുന്നവയായിരിക്കണം നിയമനിർമാണത്തിന്റെ ലക്ഷ്യങ്ങളെന്നും WHO നിർദേശിക്കുന്നു:

(എ). നിയന്ത്രണാധികാരികളുടെ മേൽനോട്ടത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കേണ്ടതായ വ്യാവസായിക മാതൃകകളും പ്രക്രിയകളും ഏതെല്ലാമെന്നും ഏതെല്ലാം ഉത്സർജനങ്ങളാണ് നിയന്ത്രിച്ച് നിർത്തേണ്ടതെന്നും നിർദേശിച്ചുകൊണ്ട് മലിനീകരണസ്രോതസ്സുകളെ നിയന്ത്രിക്കൽ.

(ബി). വായുമലിനീകരണം കുറവാക്കിനിർത്തുന്ന വിധത്തിൽ വ്യവസായസ്ഥാനങ്ങളും മണ്ഡലനങ്ങളും നിർണയിക്കുന്ന സമ്പ്രദായം നഗരാസൂത്രണങ്ങളിൽ നടപ്പാക്കുക. എന്നാൽ ഇതുകൊണ്ട് വ്യവസായങ്ങളുടെ നടത്തിപ്പ് ദുസ്സാധ്യമായ വിധത്തിൽ ധനവ്യയമുള്ളതോ അല്ലെങ്കിൽ അസാധ്യം തന്നെയോ ആകുവാൻ പാടുള്ളതല്ല.

(സി). ജ്വലനത്തിൽ നിന്നുള്ള ഉത്സർജനങ്ങൾ മറ്റൊരു വിധത്തിലും നിയന്ത്രിക്കാൻ പറ്റാത്ത തരത്തിലുള്ളവയാണെങ്കിൽ, വ്യവസായശാലകളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഇന്ധനങ്ങളിൽ തന്നെ സ്വീകാര്യമായവ നിർദേശിച്ച് നിയന്ത്രിക്കാനുള്ള നിയമങ്ങൾ.

ഉപസംഹാരം

അമിതമായ മൂലധനച്ചെലവില്ലാതെ തന്നെ ഒട്ടേറെ അന്തരീക്ഷമലിനീകരണം ഒഴിവാക്കുവാൻ ഇന്നുള്ള അറിവുവച്ചുകൊണ്ട് സാധിക്കും. ചില പ്രത്യേകപ്രക്രിയകളിൽ നിന്നുള്ള ഉത്സർജനങ്ങൾ, ഇപ്പോഴുള്ള സാങ്കേതികവിധികളുപയോഗപ്പെടുത്തി തടയുവാൻ സാധ്യമല്ലാത്തതിനാൽ അനിവാര്യമായിരിക്കുന്നു. മറ്റു ചിലതാകട്ടെ കുറച്ചുകൊണ്ടുവരാൻ സാധിച്ചേക്കും – വലിയ ചെലവ് വരുമെന്ന് മാത്രം. ഇപ്രകാരം പ്രത്യേകപ്രക്രിയകളിൽനിന്ന് വിസർജിക്കപ്പെടുന്ന മാലിന്യകാരകങ്ങളുടെ അളവ് ഗണ്യമായി കുറയ്ക്കുന്നതിനുള്ള ഉപായങ്ങൾ കണ്ടെത്തുവാൻ തീവ്രമായ ഗവേഷണപരിശ്രമങ്ങൾ ആവശ്യമായിരിക്കുന്നു.

3

ജലമലിനീകരണം

വെള്ളം സ്വാഭാവികാവസ്ഥയിൽ എന്തെല്ലാം ആവശ്യങ്ങൾക്ക് ഉതകുമോ അത്രത്തോളം ആവശ്യങ്ങൾക്ക് പറ്റാത്ത വിധത്തിൽ അതിന്റെ ഘടകപദാർഥങ്ങളിലോ സ്ഥിതിയിലോ ഹാനികരമായ മാറ്റം ഉണ്ടാവുന്നതിനാണ് ജലമലിനീകരണം എന്ന് പറയുന്നത്. ഭൗതികവും രാസികവും ജൈവികവുമായ പരിണാമങ്ങൾ ഇതിൽപെടുന്നു. പൊതുജനാരോഗ്യത്തിന്റെ മാത്രമല്ല സംരക്ഷണത്തിന്റെയും സൗന്ദര്യബോധത്തിന്റെയും പ്രകൃതി സൗന്ദര്യത്തോടൊപ്പം വിഭവങ്ങൾ കൂടി പരിരക്ഷിക്കുന്നതിന്റെയും അടിസ്ഥാനത്തിലാണ് ജലമലിനീകരണം ഇക്കാലത്തു പരിഗണിക്കപ്പെടുന്നത്.

ജലമലിനീകരണത്തിന്റെ സ്രോതസ്സുകൾ

ജലമലിനീകരണത്തിന്റെ സ്രോതസ്സുകൾ അനേകമുണ്ട്. മിക്ക വ്യവസായങ്ങളിൽനിന്നും വിസർജ്യങ്ങൾ പുറന്തള്ളുന്നത് നദികളിലേക്കാണ്. ഇവ കാർബണികവും അകാർബണികവുമായ അപകടഹേതുക്കളായ വസ്തുക്കളും ജൈവികാപചയത്തിനുവിധേയമാകാത്ത പദാർഥങ്ങളും ഉൾക്കൊള്ളുന്നു. ഈ വ്യാവസായിക വിസർജ്യങ്ങൾ ഓടയിലെ മലിനപ്രവാഹത്തിൽ (Sewage System) കൂടി ഒഴുകുമ്പോൾ, ജൈവികമായ ശുദ്ധീകരണപ്രക്രിയകൾക്കു വിഷാഘാതം സംഭവിക്കുകയും ആ മലിനജലം തള്ളിവിടുമ്പോൾ നദികൾ മലിനപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇപ്രകാരമല്ലെങ്കിലും വ്യാവസായക വിസർജ്യങ്ങൾ നേരെ പുറത്ത് വിടുന്നതും പൊതുജനാരോഗ്യത്തിന് ഹാനികരമാണ്. മറ്റൊരു പ്രധാനപ്പെട്ട വ്യാവസായികാവശിഷ്ടം താപമാകുന്നു. ചൂടുള്ള വിസർജ്യങ്ങൾ പുഴയുടെയോ തടാകത്തിന്റെയോ ഇക്കോളജിക്ക് വമ്പിച്ച പരിണാമം സൃഷ്ടിച്ചേക്കാം. ഇക്കാര്യം പിന്നീട് ചർച്ച ചെയ്യുന്നതാണ്.

ഇത് കഴിഞ്ഞാൽ, മലിനീകരണത്തിന് മുഖ്യസംഭാവന നൽകുന്ന വസ്തു നഗരങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള വാഹിതമലമാണ്. യാതൊരു സംസ്കരണത്തിനും വിധേയമാക്കാതെയാണ് ഇത് മിക്ക സ്ഥലങ്ങളിലും പുറം തള്ളിവിടുന്നത്. ഇതും വ്യാവസായികാവശിഷ്ടങ്ങളും കൂടി സംയോജിച്ച് പ്രത്യേക പൊതുജനാരോഗ്യപ്രശ്നങ്ങൾക്ക് വഴിവയ്ക്കുന്നു. ജനസംഖ്യ വർധിക്കുന്നതോടുകൂടി, അവശിഷ്ടജലത്തിന്റെ അളവും വർധിക്കുന്നു.

വാഹിതമലത്തിന്റെ ആധിക്യത്തിന് പുറമെയാണിത്. എല്ലാ വിധത്തിലുള്ള വാഹിതമലത്തിലും വിഘടിച്ചുപോകുന്ന ജൈവപദാർഥങ്ങൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നതിനാൽ അവ എത്തിച്ചേരുന്ന ജലാശയങ്ങളിൽ ഓക്സിജൻ ഉപഭോഗം ഉയരുന്നു. വാഹിതമലം സംസ്ക്കരണ വിധേയമാക്കുമ്പോൾ, നിലംബിതവസ്തുക്കൾ അടിത്തട്ടിൽ നിക്ഷിപ്തമാകുന്നു. ഇതിന് സ്ലഡ്ജ് (sludge) എന്ന് പേർ. ദ്രാവകാവശിഷ്ടത്തിൽ സോഡിയം, പൊട്ടാസ്യം, കാൽസിയം, അമോണിയം, മാംഗനീസ്, ക്ലോറൈഡ്, നൈട്രൈറ്റ്, നൈട്രേറ്റ്, ബൈകാർബണേറ്റ്, ഫോസ്ഫേറ്റ്, സൾഫേറ്റ് എന്നിവയുടെ അയോണുകൾ വിലീനാവസ്ഥയിൽ വർത്തിക്കുന്നു. വാഹിതമലത്തിൽ പൊതുവെ കാണപ്പെടുന്നത് സോപ്പുകൾ, സിന്തറ്റിക്ക് ഡിറ്റർജന്റുകൾ, കൊഴുപ്പമ്ലങ്ങൾ (fatty acids), എസ്റ്ററുകൾ, പ്രോട്ടീൻ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള പദാർഥങ്ങളായ അമൈനുകൾ, അമിനോആസിഡുകൾ, അമൈഡുകൾ (amides), അമിനോ ഷുഗേഴ്സ് (amino sugars) എന്നിവയാണ്. ഇവയ്ക്ക് പുറമേ അതിൽ അനേകതരത്തിൽപ്പെട്ട സൂക്ഷ്മജീവികളുമുണ്ട്. അവയിൽ ചിലതു രോഗകാരികളുമാണ്.

മാലിന്യകാരികളുടെ ക്രമത്തിൽ പിന്നെ വരുന്നത് കർഷികപ്രവർത്തനങ്ങളിൽനിന്നുളവാകുന്ന അവശിഷ്ടങ്ങളാണ്. സൈലേജിൽ (silage) നിന്നുള്ള അപവാഹവും വളങ്ങളുടെ ഊറലും-കടുംകൃഷിയുടെ ഫലമായി ഇവ ഉണ്ടാകുന്നു-ചില ജലസ്രോതസ്സുകൾക്ക് ഭീമമായ മലിനീകരണം സൃഷ്ടിക്കുന്നുണ്ട്. കാർഷിക പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ തന്നെ ഫലമായി സസ്യപോഷകങ്ങളും കീടനാശിനികളും കീടരോഗനിവാരണികളും കൂടി ജലപ്രവാഹങ്ങളിലെത്തിച്ചേരുന്നു. മണ്ണൊലിപ്പിൽ കൊണ്ടുണ്ടാകുന്നതും മുഖ്യമായി അകാർബണികവസ്തുക്കൾ അടങ്ങിയിട്ടുള്ളതുമായ ഊറലും സംദൂഷകങ്ങളുടെ വകുപ്പിൽ തന്നെയാണ് പെടുത്തിയിട്ടുള്ളത്.

ചപ്പുചവറുകളുടെ കൂമ്പാരങ്ങളിൽ നിന്നും, മണ്ണിൽ പരന്നിരിക്കുന്ന



ചിത്രം.5. വാഹിതമലം ജലത്തെ അഴുക്കുനിറഞ്ഞതും വൃത്തികെട്ടതുമാക്കുന്നു.

വളങ്ങളിൽ നിന്നും സൈലേജ് നിർമ്മാണത്തിൽ നിന്നും സംക്ഷാളനം (leaching) കൊണ്ട് വിമുക്തമാവുന്ന പദാർഥങ്ങൾ ഭൂഗർഭജലത്തിന്റെ മലിനീകരണഹേതുക്കളാകുന്നു. വ്യാവസായികാവശിഷ്ടങ്ങൾ, ഉപയോഗം തീർന്ന ഖനികളിലും വെട്ടുമടകളിലും നിക്ഷേപിക്കുന്നതുകൊണ്ടും വെള്ളം മലിനമായിത്തീരാം. ഭൂഗർഭജലശേഖരത്തിന് മലിനീകരണം സംഭവിക്കുന്നത് ഉപരിതലജലത്തിന് സംഭവിക്കുന്നതിനേക്കാൾ ഗുരുതരമായ പ്രശ്നമാണ്. അന്തർഭാഗത്ത് ജലശുദ്ധീകരണം സാധ്യമല്ലാത്തതിനാൽ, സമുദ്രതീരപ്രദേശങ്ങളിൽ വെള്ളം അമിതമായി പമ്പ് ചെയ്യുമ്പോൾ ഭൂഗർഭജലശേഖരത്തിലേക്ക് ഉപ്പുവെള്ളം കടന്നുകൂടി മലിനീകരണം ഉണ്ടാകാറുണ്ട്.

കരയ്ക്കടുത്തുള്ള സമുദ്രജലം വാഹിതമലം, വ്യാവസായികവിസർജ്യങ്ങൾ, കപ്പലുകളിൽ നിന്നുള്ള ചപ്പുചവറുകൾ, അഴുക്കുകൾ എന്നിവയുടെ വിസർജനം കൊണ്ടും, എണ്ണക്കപ്പലുകളുടെ ഗതാഗതം കൊണ്ടും, കടലിന്റെ അടിത്തട്ടിലും അന്തർഭാഗത്തും നടത്തുന്ന പര്യവേക്ഷണങ്ങൾ വിഭവഖനനങ്ങൾ എന്നിവകൊണ്ടും, ദൂഷിതമാകുന്നു. പക്ഷേ സമുദ്രത്തിന്റെ സ്വയംശുദ്ധീകരണക്ഷമത തനൂകരണം, താപനില മുതലായ ഘടകങ്ങൾ കാരണം, വളരെ ശക്തമാണ്. അതിനാൽ സമുദ്രജലമലിനീകരണം നദീജലമലിനീകരണം പോലെ അത്ര ഗൗരവപ്പെട്ടതായി പരിഗണിക്കാറില്ല.

ജലമലിനീകരണത്തിന്റെ മട്ടും പ്രഭാവവും

സംദൂഷകങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ജലമലിനീകരണം രണ്ട് തരത്തിലുണ്ട്: (1) രാസദ്രവ്യങ്ങൾകൊണ്ടുള്ളത് (2) ജൈവപദാർഥങ്ങൾ കൊണ്ടുള്ളത്. ആദ്യത്തേതിൽ താഴെ പറയുന്ന, കാർബണികവും അകാർബണികവുമായ സംദൂഷകങ്ങൾപെടുന്നു: അമ്ലങ്ങൾ, ക്ഷാരങ്ങൾ, കാർബോഹൈഡ്രേറ്റുകൾ, കൽക്കരി, ചായങ്ങൾ, കൊഴുപ്പുകൾ, സോപ്പുകൾ, പലതരത്തിലുള്ള മെഴുക്ക്, വാതകങ്ങൾ, വിഷാലുലോഹങ്ങൾ, എണ്ണകൾ, പ്രോട്ടീനടങ്ങുന്ന പദാർഥങ്ങൾ, അരക്കുകൾ, റബർ, സിന്തറ്റിക് ഡിറ്റർജന്റുകൾ എന്നിവ. ഇതിനുപുറമേ റേഡിയോപ്രസരണമുള്ള വസ്തുക്കളും, വെള്ളത്തിൽ എത്തിച്ചേരുമ്പോൾ താപീയമായ ഭാരമേൽപ്പിക്കുന്ന വിസർജ്യങ്ങളും കൂടിയുണ്ട്. രണ്ടാമത്തെതരത്തിലുള്ള മലിനീകരണത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനം സൂക്ഷ്മജീവികൾ, വൈറസ്സുകൾ, സസ്യങ്ങൾ, ജന്തുക്കൾ മുതലായവയാണ്.

രാസദ്രവ്യമലിനീകരണം

അമ്ലങ്ങൾ

വ്യാവസായിക വിസർജ്യരൂപേണ കാർബണികവും അകാർബണികവുമായ അമ്ലങ്ങൾ നദികളിലേക്ക് സാധാരണ തള്ളിവിടുന്നുണ്ട്. രാസവസ്തുക്കൾ, വളങ്ങൾ, ബാറ്ററി, ഡിഡിറ്റി എന്നിവയുടെ നിർമ്മാണം, വിസ്കോസ് പ്രോസസ്സിങ്ങ് (viscose processing), മദ്യ നിർമ്മാണം, വസ്ത്രനിർമ്മാണം,

ഖനനം, ഇരുമ്പിന്റെയും ചെമ്പിന്റെയും വ്യഞ്ജനീകരണം (pickling) എന്നി വയോട് ബന്ധപ്പെട്ട വ്യാവസായികപ്രക്രിയകളാണ് ലോഹാമ്ലങ്ങളെ ഉണ്ടാക്കുന്നത്. റെയൺ നിർമ്മാണം, കിണ്വന പ്രക്രിയകൾ (fermentation), മദ്യ നിർമ്മാണം, ചായംമുക്കൽ, തുകൽനിർമ്മാണം, രാസപദാർഥങ്ങളുടെ ഉൽപ്പാദനം എന്നിവയാണ് കാർബണിക അമ്ലങ്ങളുടെ സ്രോതസ്സുകൾ. കാർബണിക അമ്ലങ്ങൾ മൃദുവായതിനാൽ മലിനീകരണത്തെ സംബന്ധിച്ച് അവയ്ക്ക് വലിയ പ്രാധാന്യം കല്പിക്കാറില്ല. അകാർബണിക അമ്ലങ്ങൾ, അവയുടെ വിഷവീര്യം കാരണം, സൂക്ഷ്മപഠനങ്ങൾക്ക് വിധേയമാക്കുന്നുമുണ്ട്. അമ്ലാവശിഷ്ടങ്ങളിൽ പ്രധാനഘടകം സൾഫ്യൂറിക് ആസിഡ് ആകുന്നു. ഇവയ്ക്ക് പുറമേ നൈട്രിക് ആസിഡ്, ഹൈഡ്രോക്ലോറിക് ആസിഡ്, ഫോസ്ഫോറിക് ആസിഡ് എന്നിവയും അവയിൽ കാണാം.

ഈ അമ്ലങ്ങളുടെ സംക്ഷാരണം മൂലം, കോൺക്രീറ്റ് എടുപ്പുകൾ, ലോഹങ്ങൾ, പമ്പുകൾ, മുതലായി പലതും നശിക്കാനിടവരുന്നു. എന്ന് മാത്രമല്ല ഈ അമ്ലങ്ങൾക്ക് നദികളിലെ ചേറും ചെളിയുമായി സമ്പർക്കമുണ്ടാകുമ്പോൾ ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡ് വാതകം സംജാതമാകുന്നു. pH മൂല്യം താഴുന്തോറും, ഉദ്ഗമിക്കുന്ന ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡിന്റെ അളവ് വർധിക്കുന്നു. തന്മൂലം അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ മലിനീകരണം വളരെ ഉയർന്ന തോതിലെത്തിയേക്കാം. അമ്ലഗുണമുള്ള സംദൂഷകങ്ങൾ സൂക്ഷ്മ ജീവികളെ നശിപ്പിക്കുന്നതിനാൽ നദീജലത്തിന്റെ സ്വയംശുദ്ധീകരണപ്രക്രിയയും തടസ്സപ്പെടുന്നു. എന്ന് മാത്രമല്ല നദിയുടെ pH-അവസ്ഥകളിൽ പെട്ടെന്ന് മാറ്റങ്ങളുണ്ടാകുമ്പോൾ മത്സ്യങ്ങളും മറ്റ് ജലജീവികളും പ്രതികൂലസമ്മർദങ്ങൾക്ക് വിധേയമാവുകയും ചെയ്യും. മാറ്റങ്ങൾ അമ്ലതയുടെ വശത്തേക്കോ ക്ഷാരതയുടെ വശത്തേക്കോ ആകാം. അമ്ലങ്ങൾ മത്സ്യങ്ങൾക്കും മറ്റ് ജലീയജൈവരൂപങ്ങൾക്കും മാരകമാണ്.

ക്ഷാരങ്ങൾ

ക്ഷാരങ്ങളും pH-മൂല്യത്തിൽ പരിവർത്തനങ്ങൾ വരുത്തുന്നതുകൊണ്ട് നദികൾക്കും അരുവികൾക്കും ഹാനികരമാകുന്നു. പ്രകൃതിയിലുള്ള ഉഭയ പ്രതിരോധവ്യവസ്ഥയ്ക്കു (buffer system) വിഘാതമുണ്ടാകുന്നു എന്നതാണ് ഇതിന്റെ ഫലം. കമ്പിളി മിനുസപ്പെടുത്തുന്ന പ്രവർത്തനം, ഊറക്കിടൽ, പരുത്തിയുടെ മെഴ്സിറൈസേഷൻ (mercerisation), രാസവസ്തു നിർമ്മാണം, കീർ ലിക്കർ എന്നിവയിൽ നിന്നുള്ള അവശിഷ്ടങ്ങൾ എന്നിവയാണ് ക്ഷാരവസ്തുക്കളുടെ മുഖ്യദാതാക്കൾ. ക്ഷാരാവശിഷ്ടങ്ങൾ pH-മൂല്യത്തെ 12 വരെ ഉയർത്തിയേക്കും. അമ്ലങ്ങളെപ്പോലെയാണ് ക്ഷാരങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനവും. അവയും ജലപ്രവാഹങ്ങളുടെ സ്വയംശുദ്ധീകരണത്തിന് വിഘാതമുണ്ടാക്കുന്ന വിധത്തിൽ അണുജീവികളെയും (ബാക്ടീരിയ) മറ്റ് സൂക്ഷ്മജീവികളെയും നശിപ്പിക്കുന്നു. pH മൂല്യം

പെട്ടെന്ന് ഉയരുന്നതുകൊണ്ട് മത്സ്യങ്ങൾക്കും ഇതര ജലജീവികൾക്കും ഹാനിയുണ്ടാകുന്നു. വീര്യമേറിയ ക്ഷാരങ്ങൾ മത്സ്യങ്ങളിൽ ചെകിളകളുടെ സ്രാവം സ്കന്ദീഭവിപ്പിക്കുന്നതു (coagulation) കൊണ്ട് അവയ്ക്ക് ശ്വാസം മുട്ടിപ്പോവുന്നു. ആലങ്ങളും മറ്റു അലുമിനിയം ലവണങ്ങളും, ജലവിശ്ലേഷണവും തന്മൂലം ഹൈഡ്രജൻ അയോണുകളുടെ വർധനവും സൃഷ്ടിക്കുന്നതുകൊണ്ട് ഇതേ രീതിയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

കൽക്കരി

കൽക്കരി ക്ഷാളനം ചെയ്യുന്ന ശാലകളിൽ നിന്നുള്ള വിസർജനങ്ങളിൽ വളരെ നേർത്ത തരികളായി കൽക്കരി പൊതുവെ കാണപ്പെടുന്നു. മറ്റു നിലംബിത വസ്തുക്കളേപ്പോലെയാണ് കൽക്കരിയും പ്രവർത്തിക്കുന്നത്. അതിനാൽ "നിലംബിതപദാർഥങ്ങൾ" എന്ന ശീർഷകത്തിൽ പെടുത്തി ഈ വിഷയം വിപുലമായി അന്യത്ര ചർച്ച ചെയ്യുന്നുണ്ട്.

ചായങ്ങൾ

ഇക്കാലത്ത് അനേകായിരം തരത്തിലുള്ള ചായങ്ങൾ നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഇവ ചായംമുക്കൽ, അച്ചടി, വസ്ത്രനിർമ്മാണം എന്നീ വ്യവസായങ്ങളിൽ നിന്നും, ഇതിനേക്കാൾ കുറഞ്ഞ തോതിൽ കടലാസ്, മഷി എന്നിവയുടെ നിർമ്മാണശാലകളിൽ നിന്നും വിസർജ്യങ്ങളായി നദികളിൽ എത്തിച്ചേരുന്നു. ഈ ചായങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നത് ബെൻസീൻ, നാഫ്തലിൻ (naphthalene), ആന്ത്രസിൻ (anthracene), ടൊളുയിൻ (toluene), ക്സൈലീൻ (xylene) മുതലായ കോൾ-ടാർ ഹൈഡ്രോകാർബണുകളിൽനിന്നാണ്. ക്രോമിയവും ഇരുമ്പും അടങ്ങുന്ന വിസർജ്യങ്ങളെ മാറ്റിനിർത്തിയാൽ, പിന്നെ വെള്ളത്തിൽ നിറങ്ങൾ പകരുന്നത് മേല്പറഞ്ഞ വിസർജ്യങ്ങൾ മാത്രമാകുന്നു. ഈ കാർബണിക ചായങ്ങൾ, സൂക്ഷ്മ മാത്രകളിലായാൽപോലും വെള്ളത്തിന് നിറംമാറ്റമുണ്ടാകും. ചായങ്ങൾ അപകടകാരികളല്ലെങ്കിലും അവ സൗന്ദര്യപരമായ പ്രശ്നങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നു. എന്ന് മാത്രമല്ല ജലത്തിന്റെ ബി.ഒ.ഡി. (biochemical oxygen demand) വർധിപ്പിക്കാനും അവ ഇടയാക്കുന്നു. ചായങ്ങൾക്ക് പുറമെ, ക്രോമിയത്തിന്റെയും അലുമിനിയത്തിന്റെയും ലവണങ്ങളും ഇരുമ്പും, വർണ ബന്ധകങ്ങളായി ഉപയോഗിക്കുന്നതിനാൽ, വിസർജ്യങ്ങളിൽ കണ്ടുവരുന്നു. അവയും നിറം പകരുന്നവയാണ്. വെള്ളത്തിനുണ്ടാകുന്ന നിറങ്ങൾ, സക്രിയിതകാർബൺ (activated carbon) കൊണ്ടോ മറ്റ് രാസകാരകങ്ങൾ കൊണ്ടോ സംസ്കരിച്ച് മാറ്റിക്കളയാവുന്നതാണ്.

കൊഴുപ്പുകളും സോപ്പുകളും മെഴുകുകളും

മൃഗങ്ങളിൽ നിന്നും സസ്യങ്ങളിൽ നിന്നുമുള്ള എണ്ണകളാണ് കൊഴുപ്പു

കൾ. ഈഥർ, ക്ലോറോഫോം മുതലായ കാർബണിക ലായനികളിൽ അലിയുന്നവയും വെള്ളത്തിൽ അലിയാത്തവയുമാണിവ. കമ്പിളി മിനുസപ്പെടുത്തുന്നതും, എണ്ണകളും കൊഴുപ്പുകളും ശുദ്ധീകരിക്കുന്നതും, സോപ്പുണ്ടാക്കുന്നതും, അലക്കുന്നതും മറ്റുമായ പ്രക്രിയകളിൽ നിന്ന് കൊഴുപ്പുകളും സോപ്പുകളും വിസർജിക്കപ്പെടുന്നു. കൊഴുപ്പുകളും, ഉയർന്ന ഘടനയുള്ള കൊഴുപ്പമ്ലങ്ങളും സൂക്ഷ്മജീവികളുടെ പ്രവർത്തനഫലമായി ലഘുഘടനയുള്ള കൊഴുപ്പമ്ലങ്ങളായി വിഘടിക്കുന്നു. ഈ ലഘുവായ കൊഴുപ്പമ്ലങ്ങൾ അസുഖകരമായ കനപ്പുനാറ്റം വമിക്കുന്നു.

വാഹിതമലത്തിലും, അലക്ക് പണികളിൽനിന്നുള്ള അലക്കുവെള്ളത്തിലും, വസ്ത്രനിർമ്മാണാവശിഷ്ടങ്ങളിലും സോപ്പുകൾ ഉണ്ടാവുന്നത് സാധാരണമാണ്. ഉയർന്ന കൊഴുപ്പമ്ലങ്ങളുടെ ലോഹികലവണങ്ങളാണ് സോപ്പുകൾ. സോഡിയത്തിന്റെയും പൊട്ടാസ്യത്തിന്റെയും സോപ്പുകൾ വെള്ളത്തിൽ അലിയുന്നു; കാൽസ്യം, അലുമിനിയം, മാംഗനീസ്, കറുത്തീയം, തുത്തനാകം എന്നിവയുടെ സോപ്പുകൾ അലിയുന്നവയല്ല. സോഡിയം-പൊട്ടാസ്യം സോപ്പുകൾ ഗാർഹികാവശ്യങ്ങൾക്കാണുപയോഗിക്കുന്നത്. മറ്റുള്ളവ വ്യാവസായികാവശ്യങ്ങൾക്കും.

മെഴുകുകൾ പ്രകൃതിയിലുണ്ടാകുന്നവയും കൃത്രിമമായി നിർമ്മിക്കുന്നവയുമുണ്ട്. കമ്പിളിവ്യവസായത്തിലെ അവശിഷ്ടങ്ങളിലും കടലാസ് തുണികൾ എന്നിവ നിർമ്മിക്കുന്ന വ്യവസായങ്ങളിലെ വിസർജ്യങ്ങളിലും മെഴുകുകൾ കാണപ്പെടുന്നു. ഉയർന്ന ഘടനയുള്ള കൊഴുപ്പമ്ലങ്ങളുടെ എസ്റ്ററുകളാണ് ഇവ.

വാതകരൂപത്തിലുള്ള മാലിന്യകാരകങ്ങൾ

അമോണിയ, സ്വതന്ത്രമായ ക്ലോറിൻ, ഹൈഡ്രജൻസൾഫൈഡ്, ഓസോൺ, ഫോസ്ഫീൻ (phosphine) എന്നിവ ഈ വകുപ്പിൽപ്പെടുന്നു. രാസവസ്തുക്കൾ, വളങ്ങൾ, ഗ്യാസ്, കോക്ക് മുതലായവയുടെ ഉല്പാദനവേളയിൽ ഉൽഭവിക്കുന്നതാണ് അമോണിയ. വാഹിതമലവും, നൈട്രജൻ അടങ്ങുന്ന കാർബണിക പദാർഥങ്ങളും കൂടി അമോണിയ പ്രദാനം ചെയ്യുന്നതിനാൽ, അമോണിയയുടെ അളവ് ആപൽക്കരമായ നിലയിലേക്കുയരാറുണ്ട്. തുണികളുടെ വിരംജനപ്രക്രിയകളും, കടലാസ് മില്ലുകളും അലക്ക് ശാലകളുമാണ് ക്ലോറിന്റെ സ്രോതസ്സുകൾ. വിസ്കോസ് റയണിന്റെ അവശിഷ്ടങ്ങളും സൾഫേറ്റും അടങ്ങുന്ന പദാർഥങ്ങളും വെള്ളത്തിലേയ്ക്ക് തള്ളിവിടുമ്പോൾ സൂക്ഷ്മജീവികളുടെ പ്രവർത്തനവും pH-മൂല്യത്തിലുണ്ടാകുന്ന മാറ്റവും കാരണം ഹൈഡ്രജൻസൾഫൈഡ് രൂപം കൊള്ളുന്നു. അമോണിയ ഗണ്യമായ തോതിൽ ശ്വസിച്ചാൽ ശ്വാസനാളിരോധമുണ്ടാകും; മരണവും സംഭവിച്ചേക്കാം. മത്സ്യങ്ങളുടെ ചെകിളകളിൽ കൂടി അമോണിയ അകത്ത് ചെന്ന് ഒരു ആന്തരവിഷമായി പ്രവർത്തി

ക്കുന്നു. എല്ലിസിന്റെ (Ellis)* അഭിപ്രായപ്രകാരം അമോണിയയുടെ അനുവദനീയമായ ഏറ്റവും ഉയർന്ന സാന്ദ്രതാ പരിധി 2.5 പിപിഎം ആകുന്നു; അതിനുമീതെ അത് മത്സ്യങ്ങൾക്കു മാരകമാണ്. താഴെ പറയുന്ന കാരണങ്ങൾകൊണ്ട്, അരുവികളിലും നദികളിലും ക്ലോറിൻ (സ്വതന്ത്രാവസ്ഥയിൽ) അമിതമായി ഉണ്ടാകാതെ നോക്കേണ്ടതാണ്:

(i) സ്വതന്ത്രക്ലോറിൻ രൂക്ഷമായ ഒരു ഉത്തേജകമാണ്.

(ii) അത് മനുഷ്യരിൽ മാരകമായ പൾമനറിവീക്കമെന്ന ശ്വാസകോശരോഗം സൃഷ്ടിക്കുന്നു.

(iii) മത്സ്യമുൾപ്പെടെ എല്ലാത്തരം ജലജീവികളെയും അത് പൂർണമായി നശിപ്പിക്കുന്നു.

(iv) അത് ലോഹങ്ങൾക്കും കെട്ടിടഘടകങ്ങൾക്കും മറ്റും സംക്ഷാരണം ഉണ്ടാക്കുന്നു.

ഓക്സിജന്റെ അസാന്നിധ്യത്തിൽ, വാഹിതമലത്തിലുള്ള കാർബണികഗന്ധക സംയുക്തങ്ങളെ, സൾഫേറ്റുകളെ നിരോക്സീകരിക്കുന്ന ബാക്ടീരിയയും പ്രൊട്ടീനുകളെ വിഘടിപ്പിക്കുന്ന ബാക്ടീരിയയും ശകലിതമാക്കി ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡ് ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ രൂപംകൊള്ളുന്ന ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡ് സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡായി പരിവർത്തനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. കോൺക്രീറ്റ് ഘടകങ്ങളെ സംക്ഷാരണം ചെയ്യാൻ കഴിവുള്ളതാണ് സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ്. ഉഷ്ണകാലാവസ്ഥയുള്ളപ്പോൾ ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡിന്റെ രൂപീകരണം വർധിക്കുകയും അതുകൊണ്ട് സംക്ഷാരണം രൂക്ഷമായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്ന് മാത്രമല്ല ഈ വാതകം ഈയച്ചായങ്ങൾക്കും ബോട്ടുകളുടെ ചെമ്പ് പിച്ചള ഘടകങ്ങൾക്കും നിറംമാറ്റവുമുണ്ടാക്കുന്നു.

ഇതിനെല്ലാം പുറമെ ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡ് ദുർഗന്ധത്തിന്റെ ശല്യവുമുണ്ടാക്കുന്നു. രൂക്ഷമായ ഒരു ദുർഗന്ധമാണതിന്റേത്. നദികൾക്കും ജലപ്രവാഹങ്ങൾക്കും വന്നുചേരുന്ന ദുർഗന്ധത്തിന് കാരണം മിക്കവാറും സൾഫൈഡുകൾ ആകുന്നു. സാന്ദ്രത 0.001 പി പി എം ആയാൽപോലും ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡ് അതിന്റെ സവിശേഷതയായ, ചീഞ്ഞ മുട്ടയുടെ മണം പരത്തുന്നു. ദുർഗന്ധരൂക്ഷത ജലത്തിൽ അലിഞ്ഞു ചേർന്നിട്ടുള്ള ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡിന്റെ അളവിനോടും pH-മൂല്യത്തോടും ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡിന്റെ ഉത്സർജനം pH-മൂല്യത്തിന് വിപരീതാനുപാതത്തിലാണ്. ചില പ്രത്യേക സ്ഥാനങ്ങളിൽ ഉത്തേജനവും ശ്വസനമാന്ദ്യവും ഉണ്ടാക്കുന്നതാണ് ഈ വാതകം. കൺപോളവീക്കം, ശ്വസനനാളത്തിന് ഉത്തേജനം, ശ്വാസകോശത്തിൽ നീർക്കെട്ട് എന്നിവയും ഇത് മൂലമുണ്ടാകുന്നു. സൈനൈഡുകളെപ്പോ

* M.M. Ellis: Detection and measurement of stream pollution Bulletin No. 22, U.S. Bureau of Fisheries, Washington, 1937.

ലെയാണ് ഇതിന്റെ പ്രഭാവവും. രണ്ടും ഓക്സിജന്റെ വിനിയോഗത്തെ നിരോധിക്കുന്നവയാണ്. ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡിന്റെ സാന്ദ്രത 0.5 പി പി എം മുതൽ 1 പി.പി.എം.വരെ മത്സ്യങ്ങൾക്ക് വിഷഹാനികരമാകുന്നു. അതിനപ്പുറമായാൽ അത് മത്സ്യങ്ങൾക്കു മാരകമാണ്.

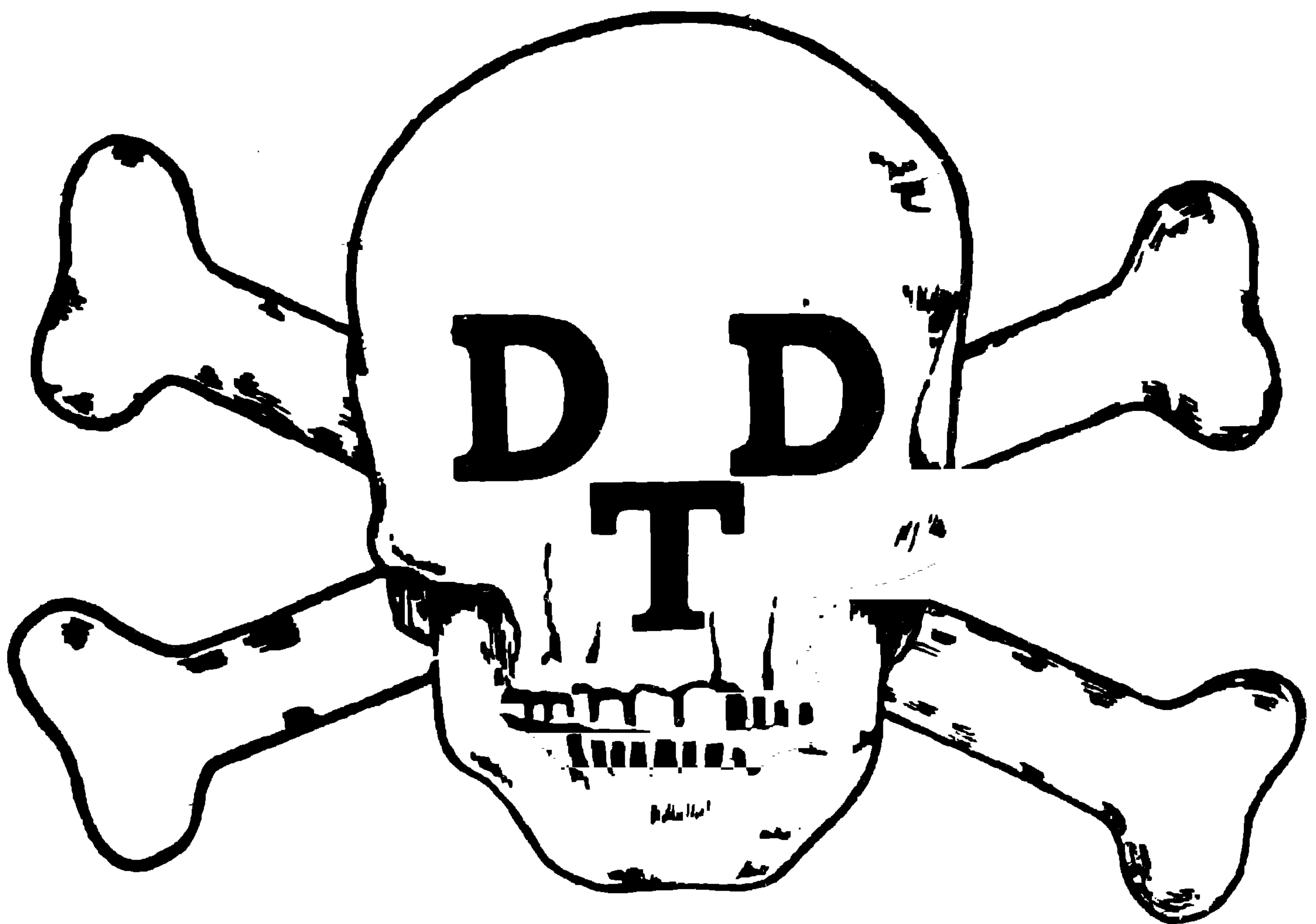
മത്സ്യങ്ങൾക്ക് അത്യന്തം വിഷാലുവാണ് ഓസോൺ. വിഷബാധയ്ക്ക് പര്യാപ്തമായ സാന്ദ്രത 0.1 മുതൽ 1.0 പിപിഎം വരെയാണ്. കാർബണിക ഫോസ്ഫറസ് സംയുക്തങ്ങൾ അവായവ (anaerobic) വിഘടനത്തിന് വിധേയമാകുമ്പോൾ ഫോസ്ഫിൻ രൂപം കൊള്ളുന്നു. മത്സ്യങ്ങളുടെ വിഷബാധയ്ക്കുള്ള ഇതിന്റെ സാന്ദ്രത ഏകദേശം 3.6 പിപിഎം ആകുന്നു.

പ്രാധാന്യം കുറഞ്ഞതും വാതകരൂപത്തിലുള്ളതുമായ മറ്റ് സംദൂഷകങ്ങൾ കാർബൺഡയോക്സൈഡും കാർബൺമോണോക്സൈഡുമാകുന്നു. ബൈകാർബണേറ്റുകളിൽ അമ്ലവിസർജനങ്ങൾ രാസപരിണാമം ഉണ്ടാക്കുമ്പോഴും അല്ലെങ്കിൽ ജൈവപദാർഥങ്ങൾക്ക് ഓക്സീകരണം സംഭവിക്കുമ്പോഴും സ്വതന്ത്രസ്ഥിതിയിലുള്ള കാർബൺഡയോക്സൈഡ് ഉത്ഭവിക്കുന്നു. സ്വതന്ത്രകാർബൺ ഡയോക്സൈഡ് മത്സ്യങ്ങൾക്കും അവയുടെ മുട്ടകൾക്കും മാരകമാണ്. ഗ്യാസുല്പാദനകേന്ദ്രങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള വിസർജ്യങ്ങളിൽ കാർബൺമോണോക്സൈഡ് ഉൾപ്പെടുന്നു. മത്സ്യങ്ങളുടെ ശ്വസനത്തെ തടസ്സപ്പെടുത്തുന്ന പദാർഥമാണിത്.

കീടരോഗ നിവാരണികൾ

കീടങ്ങൾ കാരണമായുണ്ടാകുന്നതും മനുഷ്യരെ ബാധിക്കുന്നതുമായ രോഗങ്ങളെ നിയന്ത്രിക്കുന്നതിലും വിളകളെയും കന്നുകാലികളെയും സംരക്ഷിക്കുന്നതിലും കീടരോഗ നിവാരണികൾ വലിയ പങ്ക് വഹിക്കുന്നു. അവ വീടുകളിലും വ്യവസായങ്ങളിലും കടകളിലും ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്. കൃഷിക്കാരും ഉദ്യാനനിർമ്മാതാക്കളും, വനപാലകരും ഇവയെ പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നു. കൃഷിയിൽ ഈ രാസവസ്തുക്കൾ ചെടികളെ രോഗങ്ങളിൽനിന്നും കീടങ്ങളിൽനിന്നും സംരക്ഷിക്കുവാനും വിത്തുകൾക്ക് രാസസംസ്കരണം നൽകാനും ആണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. കഴിഞ്ഞ 30 കൊല്ലത്തിനുള്ളിൽ മാത്രമാണ് ജൈവനാശകങ്ങളെല്ലാം കണ്ടെത്തി വികസിപ്പിക്കപ്പെട്ടത്. ഇവ മനുഷ്യരാശിക്ക് വമ്പിച്ച സംഭാവനകൾ നൽകിയിട്ടുണ്ടെങ്കിലും അവയിൽ ചിലതിന്റെ പ്രയോഗം, പ്രകൃത്യായുള്ള പരിസ്ഥിതിക്ക് വരുത്തുന്ന നാശങ്ങൾ കാരണം, പരിമിതപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട്. ജൈവനാശകങ്ങളിൽ രണ്ട് പ്രധാനവകുപ്പുകളുണ്ട്. ഓർഗാനോക്ളോറിൻ സംയുക്തങ്ങളും(ക്ളോറിനടങ്ങുന്ന ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ) ഓർഗാനോഫോസ്ഫറസ് സംയുക്തങ്ങളും. ആദ്യത്തേത് രണ്ടാമത്തേതിനേക്കാൾ വിഷാലുവാണ്. ഡിഡിടി (2,2 bis -p-chloro-phenyl, 1,1,1 trichloroethane), ബി.എച്.സി (gamma exaner-hexa-or-lindane), ആൽഡ്രിൻ (hexa-chloro-hexa

hydro-dimethano-naphthalene), പാരാതിയോൺ (o,o diethyl o,p-nitrophenyl thiophosphate) ടെപ്പ് (tetraethyl pyrophosphate), ടോക്സാഫീൻ (ക്ലോറിൻ അടങ്ങുന്ന കംഫീൻ)എന്നിവയാണ് പ്രധാനപ്പെട്ട ചില കീടനാശിനികൾ. 2–4. ഡി (2, 4 dichloro phenoxy-acetic acid), സാൻടോബ്രൈറ്റ് (santobrite-sodium penta- chlorophenate) എന്നിവ പ്രമുഖമായ സസ്യനാശിനികളുമാകുന്നു. എല്ലാ ജൈവനാശകങ്ങളുടെയും അഭിക്രിയാസ്വഭാവം ഡിഡിടി പോലെ തന്നെയാണ്. അതിനാൽ ഡിഡിടിയെ സംബന്ധിച്ചുള്ള പഠനനിരീക്ഷണങ്ങൾ എല്ലാ ജൈവനാശകങ്ങൾക്കും പ്രസക്തമാകുന്നു. ഡിഡിടിയാണ് മനുഷ്യനിർമ്മിതമായ തന്മാത്രകളിൽ വച്ച് പരിസ്ഥിതിയിൽ ഏറ്റവും വ്യാപിച്ചിട്ടുള്ളത്. ഒരു ആദിപ്രരൂപം പോലെ സ്ഥാനം നേടിയിട്ടുള്ള ഡിഡിടി, സംദൂഷകങ്ങളിൽ വച്ച് ഏറ്റവും വൈകാരികമായ പ്രതി



ചിത്രം 6: ഡി.ഡി.റ്റി. ഭൂമിയുടെ എല്ലാ കോണുകളിലും

കരണവും വിവാദവും സൃഷ്ടിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഭാഗികമായി വെള്ളത്തിൽ ലയിക്കുന്ന ഡിഡിടി ബാഷ്പീഭവിച്ച് അന്തരീക്ഷമലിനീകരണത്തിന് ഇടയാക്കുന്നു. കാറ്റും, മഴയും, നദികളും ഡിഡിടിയുടെ വാഹകങ്ങളായി ഭൂമിയിലെമ്പാടും അതിനെ വ്യാപിപ്പിക്കുന്നു. ഭക്ഷ്യശൃംഖലയിലൂടെ വെള്ളത്തിലെത്തുന്ന ഡിഡിടിയേക്കാൾ അനേകായിരം മടങ്ങ് സാന്ദ്രതയിൽ അത് വെള്ളത്തിൽ കൂടിയും വായുവിൽകൂടിയും ജീവികളുടെ ശരീരകലകളിലും, ജൈവജീർണ പദാർഥങ്ങളിലും, മണ്ണിലും ചെളിയിലും എത്തി

സഞ്ചിതമായി സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. മനുഷ്യർക്കും, ഡിഡിടികൊണ്ടും മറ്റു ഓർഗാനോക്ലോറിൻ തരത്തിൽപ്പെട്ട കീടരോഗനിവാരണികളുടെ അവശിഷ്ടങ്ങൾകൊണ്ടും സംദൂഷണമുണ്ടാകുന്നണ്ട്. കീടനാശിനികളുടെ അളവ് താരതമ്യേന കുറഞ്ഞതോതിലേ മനുഷ്യശരീരത്തിലെ കൊഴുപ്പിൽകാണപ്പെടുന്നുള്ളു. മത്സ്യങ്ങൾക്കും പരുഷകവചികൾക്കും (crustaceans) കവചമത്സ്യത്തിനും (shellfish) ഡിഡിടി മാരകമാകുന്നു. ചില ജീവികൾക്ക് ഡിഡിടി വളരെ താണസാന്ദ്രതയിലായാൽപോലും, കെടുതികളുണ്ടാക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി ലക്ഷം കോടിയിൽ ഒരംശമെന്നതോതിൽ ഡിഡിടി ഉണ്ടായാൽതന്നെ ഉപ്പുവെള്ളത്തിലെ ചെമ്മീൻ ചാവുന്നു. ശരീരപ്രവർത്തനത്തിനോ ചയാപചയത്തിനോ പരിവർത്തനം സൃഷ്ടിക്കുന്ന തരത്തിലുള്ള ആപൽക്കരമായ പ്രഭാവം ഡിഡിടിക്കാണുള്ളത്. ഡിഡിടി കാരണം പ്ലവസസ്യങ്ങളിൽ പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തിന് ഇടിവുണ്ടാകുന്നു എന്ന് ലാബറട്ടറിപരീക്ഷണങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. താഴ്ന്ന താപനില ചെറുത്തുനിൽക്കാൻ മത്സ്യങ്ങൾക്കുള്ള ശേഷിയും ഇതുകൊണ്ട് നഷ്ടപ്പെടുന്നു. പക്ഷികളിടുന്ന മുട്ടകളുടെ തോടിന് വേണ്ടത്ര കട്ടി ഇല്ലാതാകുന്നു. ഇരറാഞ്ചികളായ കഴുകൻ, പ്രാപ്പിടിയൻ എന്നിവയ്ക്കും ഡിഡിടി കൊണ്ടുള്ള ഉപദ്രവം ഉണ്ടാകുന്നു, ജീവഹാനിയോ വന്ധ്യതയോ സംഭവിക്കുന്നത് വഴി.

ഡിഡിടിയുടെ അവശിഷ്ടം വളരെ സാവകാശത്തിലേ മണ്ണിൽ നിന്ന് അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നുള്ളു. അതിന് എകദേശം 15 കൊല്ലം എടുക്കുമെന്നാണ് കണക്ക്. ജൈവവ്യൂഹങ്ങളിൽ എത്തുന്ന ഡിഡിടി അനുസ്യൂതമായി പുനശ്ചക്രണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു എന്ന് നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഗാമെക്സേൻ (gammexane), ആൽഡ്രിൻ, ഡീൽഡ്രിൻ (dieldrin), എൻഡോസൾഫേൻ, ക്ലോർഡാൻ മുതലായ മറ്റ് കീടനാശിനികളും ഡിഡിടിക്ക് സദൃശമായി വന്യജീവജാലങ്ങൾക്ക് ഹാനിയുണ്ടാക്കുന്നു; അവയുടെ ശരീരരാസാവസ്ഥയിൽ പരിവർത്തനങ്ങൾ സൃഷ്ടിച്ചുകൊണ്ട് ചയാപചയപ്രവർത്തനങ്ങൾ തകരാറിലാക്കുകയുംചെയ്യുന്നു.

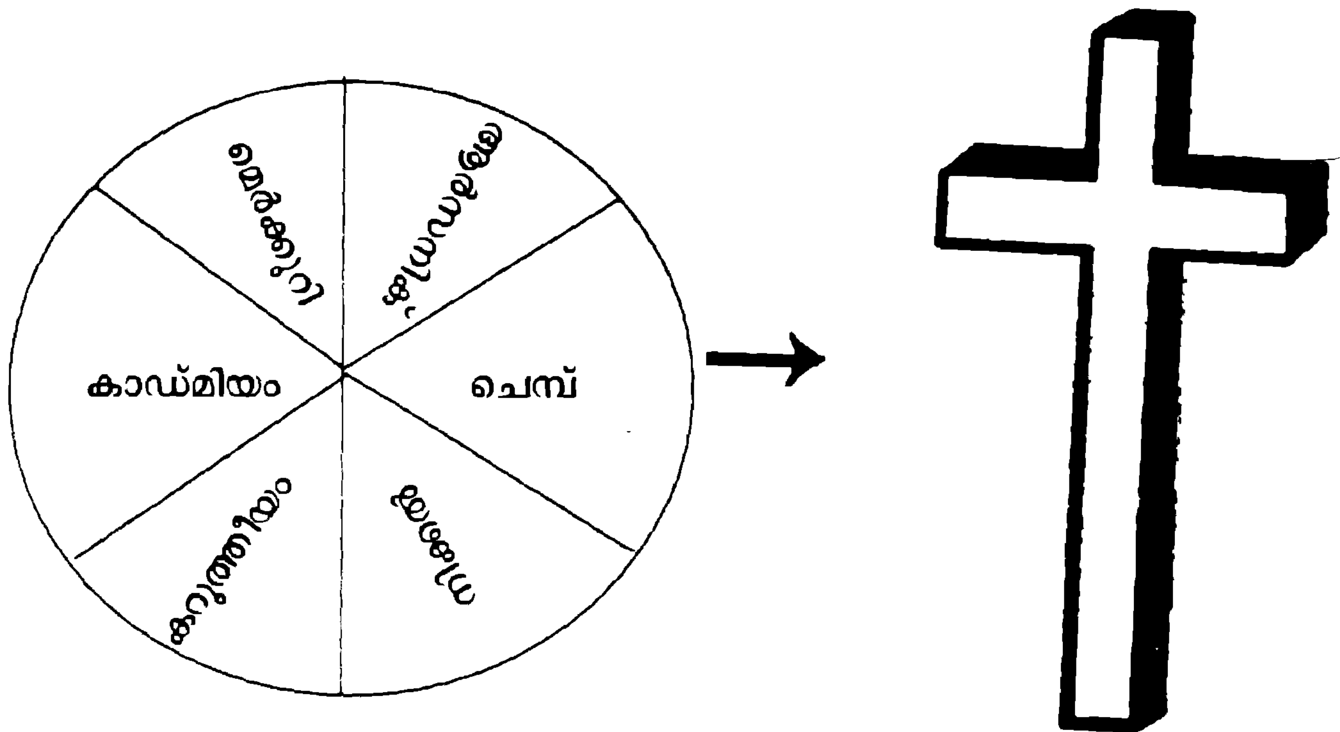
വളങ്ങളും കൃഷിസ്ഥലങ്ങളിലുണ്ടാകുന്ന അവശിഷ്ടങ്ങളും

പുതിയ കൃഷിസമ്പ്രദായങ്ങൾകൊണ്ട് രാസവളങ്ങൾ വെള്ളത്തിൽ കലരാനിടവരുന്നു. വിളകൾ വലിച്ചെടുക്കുന്നത് കഴിച്ച് ബാക്കിവരുന്ന വളങ്ങൾ മണ്ണിൽ നിന്നൊലിച്ച് നദികളിലും കായലുകളിലുമെത്തുന്നു. ഇക്കാലത്ത് രാസവളപ്രയോഗം പണ്ടത്തേക്കാൾ എത്രയോ ഇരട്ടി വർധിച്ചിട്ടുണ്ട്. വളങ്ങളിൽ ഏറിയപങ്കും മണ്ണിലും വിളകളിലും ലയിച്ച് നിൽക്കുന്നവയാണ്. എന്നാൽ ചില നൈട്രേറ്റുവളങ്ങൾ വിളഭൂമികളിൽ, പ്രത്യേകിച്ച് മഴക്കാലത്ത്, അശ്രദ്ധമായി പ്രയോഗിക്കുന്നതിനാൽ വെള്ളത്തിൽ കലങ്ങി ഒലിച്ച് പോവാനിടയുണ്ട്. ഈ നൈട്രേറ്റുകൾ നദികളിലും കായലുകളിലും അനാശാസ്യ പ്രഭാവങ്ങൾക്ക് കാരണമാകുന്നു. കന്നുകാലികളുടെയും പന്നികളുടെയും

എണ്ണത്തിലുള്ള പെരുപ്പം തൊഴുത്തുകളുടെ എണ്ണവും വർധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. കോഴികളുടെ എണ്ണവും ഗണ്യമായി കൂടിയിട്ടുണ്ട്. കന്നുകാലികൾക്കും പന്നികൾക്കുമുള്ള പുരകളിൽ ഹോസുകൊണ്ട് വെള്ളമടിച്ചാണ് പൊതുവെ കഴുകുന്നത്. അതിന്റെ ഫലമായി വളംകലങ്ങിയ വെള്ളം പുറത്തേക്കൊഴുകി മണ്ണിൽ കെട്ടിനിൽക്കുന്നു. ഇത് പിന്നീട് മാറ്റിക്കളയുമ്പോഴോ, മണ്ണിൽതന്നെ താഴ്ന്ന് വ്യാപിക്കുന്നതുകൊണ്ടോ, കാനകളിലും നദികളിലുമെത്തിച്ചേർന്ന് മാലിന്യം സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ഈ വളങ്ങൾ ഗുണതനോക്കിയാൽ പൂർണമായും കാർബണികമാണ്. ഇങ്ങനെ കന്നുകാലികളും പന്നികളും ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന വളത്തിന്റെ അളവ് ഭീമമാണ്. പതിനാറ് മനുഷ്യർ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന കാർബണികദ്രവ്യം എത്രയുണ്ടോ അത്രതന്നെ ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാൻ ഒരൊറ്റ പശുവിന് കഴിയുന്നു. മൂന്ന് മനുഷ്യർക്ക് കഴിയുന്നതിന് തുല്യമായി ഒരു പന്നിക്കും. മലപദാർഥത്തിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ളത് മുഖ്യമായും ഫോസ്ഫേറ്റുകളാകുന്നു. അവശിഷ്ട നൈട്രേറ്റുകളും ഫോസ്ഫേറ്റുകളും സംയോജിക്കുമ്പോൾ, പല അനാശാസ്യപരിണാമങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നു. ഉദാഹരണമായി ജലത്തിൽ നൂറുദശലക്ഷത്തിലൊരംശമെന്ന തോത് വിട്ട് ഫോസ്ഫറസും (ഫോസ്ഫേറ്റിന്റെ രൂപത്തിൽ), 30 അംശമെന്ന തോത് വിട്ട് നൈട്രേറ്റും അധികമായാൽ ജലത്തിന് അമിത പോഷണവും വായുരോധവും സംഭവിക്കുന്നു. ഓക്സിജൻ തീർന്ന് പോകുന്നതിനാൽ സസ്യങ്ങൾ ജീർണിക്കുകയും മത്സ്യങ്ങൾ ചത്തൊടുങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈയിടെ പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള റിപ്പോർട്ടുകളനുസരിച്ച് നൈട്രേറ്റുകളെ നിയന്ത്രിക്കുന്നത് കൂടുതൽ ബുദ്ധിമുട്ടുള്ള കാര്യമാണ്.

വിഷാലുക്കളായ ലോഹങ്ങൾ ഖനനപ്രക്രിയകൾ, ലോഹലായനികളടങ്ങുന്ന വ്യാവസായികവിസർജ്യങ്ങളുടെ ബഹിഃസ്രാവണം, ലോഹലവണങ്ങളെ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഖരാവശിഷ്ടങ്ങളുടെ നിക്ഷേപണം, മെർക്കുറി (രസം) ചേർന്നിട്ടുള്ള ജൈവനാശകങ്ങളെ പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്ന തരത്തിലുള്ള കൃഷിരീതികൾ എന്നിവയെല്ലാം ജലമാർഗങ്ങളിൽ വിഷവീര്യമുള്ള ലോഹങ്ങളെ കലർത്തുന്നു. ബാറ്ററി, പെയിന്റ്, വിസ്കോസ് റയോൺ എന്നിവ നിർമ്മിക്കുന്ന വ്യവസായശാലകളും, ഇലക്ട്രോപ്ലെയിറ്റിങ്ങ്, ചെമ്പിന്റെ വ്യഞ്ജനീകരണം, ഗാൽവനൈസിങ്ങ്, റബർസംസ്കരണം മുതലായ വ്യാവസായിക പ്രക്രിയകളും സൃഷ്ടിക്കുന്ന വിസർജ്യങ്ങളിലാണ് കനമുള്ള ലോഹങ്ങൾ ഗണ്യമായ തോതിൽ കാണപ്പെടുന്നത്. വിഷാലുക്കളായ ലോഹമൂലകങ്ങൾ കറുത്തീയം, ആർസനിക്, ചെമ്പ്, കാഡ്മിയം, മെർക്കുറി, നിക്കൽ എന്നിവയാകുന്നു.

ഈ ലോഹലായനികൾ ജീവികൾക്ക് വിഷബാധയുണ്ടാക്കുന്നതും, ഉയർന്ന അളവിലായതിനാൽ നദീജലത്തിന്റെ സ്വയംശുദ്ധീകരണം തടസ്സപ്പെടുത്തുന്നതുമാണ്. ലോഹികസംദൂഷകങ്ങൾ ബാക്ടീരിയങ്ങളെയും ഇതര സൂക്ഷ്മ ജീവികളെയും – ജലശുദ്ധീകരണകാരികളാണിവ – നശി



ചിത്രം 7: ലോഹങ്ങൾ നാശനവിധേയമാകാത്ത വിഷങ്ങളാകുന്നു

പ്പിക്കുന്നു. എന്ന് മാത്രമല്ല ജലജീവികളും സസ്യങ്ങളും ഹനിക്കപ്പെടുന്നു. വ്യാവസായികാവശിഷ്ടങ്ങൾ വാഹിതമലനാളികളിലേക്ക് തള്ളിവിട്ടാൽ ലോഹികപദാർഥങ്ങൾ അവക്ഷേപംകൊണ്ട് അടിയിലേക്ക് താണ് അവ പങ്കത്തിൽ (sludge) നിലകൊള്ളുന്നു. ലോഹികദൂഷണം സംഭവിച്ചാൽ ജലം വ്യാവസായികാവശ്യങ്ങൾക്കോ കുടിക്കാനോ പറ്റാത്തതാവുന്നു. ആർസനിക്കും കറുത്തീയവും പ്രത്യേകിച്ച് ആപത്കരമാണ്, കുടിവെള്ളത്തിൽ കലർന്നാൽ. ഈ വിഷാലു വസ്തുക്കൾ ക്രോമസങ്ങൾക്ക് ഹാനി വരുത്തുന്നതിനാൽ, വംശപാരമ്പര്യപ്രക്രിയകൾക്ക് വൈകല്യമുണ്ടാക്കുന്നു. മനുഷ്യരെസംബന്ധിച്ചാണെങ്കിൽ, മുതിർന്നവർക്ക് 100ഗ്രാം രക്തത്തിൽ 80 മൈക്രോഗ്രാം എന്നതോതിൽ ആർസനിക്ക് കലർന്നാൽ വിഷമാകുന്നു. 100 ഗ്രാം രക്തത്തിൽ 40 മൈക്രോഗ്രാം വീതം കറുത്തീയം ഉണ്ടായാൽ കുട്ടികളുടെ മസ്തിഷ്കത്തിന് ഹാനിസംഭവിക്കും. മെർക്കുറി കൊണ്ടുള്ള സംദൂഷണം അല്പമായാൽ പോലും ജലീയമായ ആൽഗകൾക്ക് വളർച്ച തടസ്സപ്പെടുന്നു. ഈ ലോഹങ്ങൾ മത്സ്യങ്ങൾക്കും വിഷാലുവാണ്. കനംകൂടിയ ലോഹങ്ങളുടെ അയോണുകൾ മത്സ്യങ്ങളുടെ ഗില്ലുകളിലെ ശ്ലേഷ്മസ്രാവത്തിൽ അവക്ഷേപമുണ്ടാക്കുന്നു; അവക്ഷിപ്തങ്ങൾ പടലികളിൽ തങ്ങുകയും ഗില്ലുകളുടെ തന്തുക്കൾക്ക് ചലിക്കുവാൻ പറ്റാത്ത അവസ്ഥ വന്നുചേരുന്നതിനാൽ മത്സ്യങ്ങളുടെ ശ്വാസോച്ഛ്വാസം നിലയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ജലത്തിന്റെ നൂറുദശലക്ഷം അംശത്തിൽ 2 എന്ന തോതിൽ ചെമ്പ് കലർന്നാൽ അത് സ്റ്റിക്കിൾബാക്ക് (stickleback) എന്ന പുഴമത്സ്യത്തിന് മാരകമാകുന്നു. നിക്കൽ, കറുത്തീയം, സിങ്ക് എന്നിവയുടെ മാരകസാന്ദ്രത ഏകദേശം 1 പി.പി.എം. ആകുന്നു.

വ്യാവസായികമോ ഗാർഹികമോ ആയ വിസർജ്യങ്ങൾ ഒഴുകിച്ചേർന്നിട്ടോ കൊണ്ടുവന്ന് തള്ളിയിട്ടോ ആണ് സമുദ്രത്തിൽ ലോഹിക സംദൂഷണം ഉണ്ടാകുന്നത്. മലിനീകരിക്കപ്പെട്ട നദികളും, ഒരളവ് വരെ വായുവും കൂടി ഇതിനുത്തരവാദിയാണ്. ലോഹങ്ങൾ നാശനവിധേയമാകാത്ത വിഷങ്ങളായി കരുതപ്പെടുന്നു. അവ ഏറെക്കാലം കടവുകളിലെത്തിച്ചേർന്ന് കലർന്നുകൊണ്ടിരുന്നാൽ വലിയ ആപത്തിനിടവരുത്തിയേക്കാം. എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ ഘടകമായിത്തീരുന്ന ഓക്സിജന്റെ ഉല്പാദനത്തെയും സമുദ്രജീവികളെയും ലോഹികമലിനീകരണം പ്രതികൂലമായി ബാധിക്കുന്നു.

എണ്ണകൾ

ഇന്ധനാവശ്യത്തിന് കൽക്കരിക്ക് പകരം എണ്ണ ഉപയോഗിക്കാൻ തുടങ്ങിയത് മലിനീകരണ പ്രശ്നങ്ങൾ വിപുലമാക്കിത്തീർത്തു. നദീജലത്തിൽ എണ്ണകലർന്നിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ അതു സൗന്ദര്യപരമായ പ്രശ്നങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നത് കൊണ്ടുതന്നെ അനാശാസ്യമാണ്. എന്ന് മാത്രമല്ല എണ്ണ വെള്ളത്തിന് മീതെ പടർന്നുകിടക്കാനിടയുള്ളതിനാൽ ഓക്സിജന്റെ വെള്ളത്തിനകത്തേക്കുള്ള വിതരണം തടസ്സപ്പെടുകയും വായുനിവേശം തുടരുന്നതിനുള്ള സാധ്യത കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. വായുവിൽ നിന്ന് വെള്ളത്തിലേക്കുള്ള ഓക്സിജന്റെ ആഗിരണം എണ്ണപ്പാടയുടെ കട്ടിയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. പാടയുടെ കട്ടി 0.001 മി.മീ.ന് മീതെയായാൽ പോലും ഈ ആഗിരണത്തിന് ഗണ്യമായ മാറ്റം വരുന്നു. മത്സ്യങ്ങളുടെ ഗില്ലുകളിൽ എണ്ണ പറ്റിപ്പിടിക്കുന്നത് മൂലം ശ്വസനത്തിന് വൈഷമ്യം നേരിടുന്നു. കടൽ വെള്ളത്തിന് എണ്ണ കൊണ്ടു സംദൂഷണമുണ്ടായാൽ വേറെയും പ്രശ്നങ്ങൾ ഉത്ഭവിക്കുന്നു. ഒഴുക്കുകാറ്റ് എണ്ണയെ കരയിലേക്ക് അടിച്ചുകയറ്റുന്നതിനാൽ കടൽതീരം വഷളാവുകയും അത്തരം സ്ഥലങ്ങൾ സ്നാനയോഗ്യമല്ലാതാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ബ്രിട്ടനിൽനിന്നുള്ള ഒരു റിപ്പോർട്ടിൽ ബ്രിട്ടന് ചുറ്റുമുള്ള കടൽപ്പക്ഷികൾക്ക് എണ്ണമലിനീകരണം കൊണ്ട് സാരമായ ദോഷം സംഭവിക്കുന്നു എന്ന് കാണുന്നു.

മേല്പറഞ്ഞ എണ്ണകൾ ജലവിലേയമല്ലാത്തവയാണ്. വിലേയമായ എണ്ണകളും ഗുരുതരമായ മലിനീകരണത്തിന് ഹേതുവാകുന്നു. വിലേയ തൈലങ്ങളിൽ, 'ഛേദനതൈലങ്ങൾ' (cutting oils), വിഗ്രീസനതൈലങ്ങൾ(degreasing oil) എന്നിങ്ങനെ രണ്ട് തരമുണ്ട്. ഒരു എമൾസീകരണ പദാർഥ (emulsifying agent) മുപയോഗിച്ച് വെള്ളത്തിൽ സജ്ജമാക്കുന്ന ഏകാത്മകമായ ഒരു തൈലമിശ്രിതത്തിന്റെ എമൾഷൻ ആണ് ഛേദന തൈലം. അല്പം ക്ഷാരവും ക്രിസോളും കൂടി അതിൽ ചേർത്തിരിക്കും. ഇത്തരത്തിലുള്ള ഛേദനതൈലങ്ങൾ എൻജിനീയറിങ് ഫാക്ടറികളിൽ ശീതകമായും സ്നേഹമായും (lubricant) ഉപയോഗിക്കുന്നു. കാർബണി

കവിലായകവും എമൾസീകാരകവും ചേർന്ന മിശ്രിതങ്ങളാണ് വിഗ്രീസ നതൈലങ്ങൾ. ഉയർന്ന pH മൂല്യം ഉള്ളതിനാൽ അവയ്ക്കു വിഗ്രീസനം സാധിക്കുന്നു. ഈ വിലേയതൈലങ്ങളെല്ലാം വെള്ളത്തോട് യോജിച്ച് പാലുപോലെയുള്ള എമൾഷനുകൾ രൂപീകരിക്കുന്നു. ഈ എമൾഷനു കൾക്ക് ഗണ്യമായ സ്ഥിരതയുണ്ട്. എളുപ്പത്തിൽ അവയെ നശിപ്പിക്കാനും സാധ്യമല്ല. ഇവ കാനകളിലും കുഴികളിലും നിറഞ്ഞ് മലസംസ്കരണ പ്രക്രിയകൾക്കുള്ള മാർഗങ്ങൾ അടച്ചുകളയുന്നു. നദികളിൽ മലിനീകര ണവും വരുത്തുന്നു.

ലോഹസംസ്കരണശാലകളിൽ നിന്നും എൻജിനീയറിങ് വ്യവസായ ങ്ങളിൽ നിന്നും ഗാരേജുകളിൽ നിന്നുമുള്ള വിസർജ്യങ്ങൾ കൊണ്ടാണ് പുഴകളിൽ എണ്ണ മലീനികരണമുണ്ടാകുന്നത്. ഇതിനു പുറമെ ടാങ്കുകളും ചങ്ങാടങ്ങളും ബോട്ടുകളും കൂടി നദികളിലും തോടുകളിലും എണ്ണ പര ത്തുന്നുണ്ട്.

സമുദ്രത്തിലെ എണ്ണമലിനീകരണത്തിന്റെ സ്രോതസ്സുകൾ താഴെ പറ യുന്നവയാണ്;

1. ടാങ്കുകൾ കഴുകുന്നതുകൊണ്ടുള്ള വിസർജനങ്ങൾ.
2. എണ്ണ പുറത്തേക്ക് ഒഴുകാനിടവരുത്തുന്ന കപ്പലപകടങ്ങൾ
3. ഇന്ധനമോ ചരക്കോ കപ്പലിൽ നിന്ന് കപ്പലിലേക്കോ അല്ലെങ്കിൽ കപ്പലിൽ നിന്ന് കരയിലേക്കോ മാറ്റുമ്പോൾ യാദൃച്ഛികമായി സംഭ വിക്കുന്ന സ്രാവം.
4. വാൽവുകളും മറ്റും പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നതിൽ വരുന്ന തെറ്റു കൊണ്ട് കപ്പലിൽ നിന്നോ എണ്ണ ടെർമിനലുകളിൽ നിന്നോ അബദ്ധത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ബഹിസ്രാവം. ഈ എണ്ണകളിലെ മുഖ്യഘടകം ഹൈഡ്രോകാർബണുകളാണ്. അല്പമാത്രയിലാ യാലും അവയുടെ സാന്നിധ്യം സവിശേഷമായ പ്രതിദീപ്തി (fluorescence) കൊണ്ട് കണ്ടുപിടിക്കാനാകും. ഏതായാലും മറ്റ് തരത്തിലുള്ള മലിനീകരണങ്ങളെപ്പോലെ എണ്ണകളുണ്ടാക്കുന്ന മലിനീകരണം അനുസ്യൂതമല്ല. ഇടവിട്ടോ അല്ലെങ്കിൽ വല്ല പ്പോഴുമോ മാത്രമേ അതുണ്ടാകുന്നുള്ളു.

പ്രോട്ടീനുകളും കാർബോഹൈഡ്രേറ്റുകളും

പ്രോട്ടീനുകളും കാർബോഹൈഡ്രേറ്റുകളും ജലസരണികളിലെത്തുന്നത്, മുഖ്യമായും മലവും ഗാർഹികാവശിഷ്ടങ്ങളും ഉൾക്കൊള്ളുന്ന വാഹിത മലത്തിൽ നിന്നാണ്. കാർബൺ, ഹൈഡ്രജൻ, ഓക്സിജൻ എന്നിവയുടെ സംയുക്തങ്ങളാണ് കാർബോഹൈഡ്രേറ്റുകൾ. സസ്യജന്തുലോകത്തിലെ മ്പാടും ഇവ വിതരിതമായിരിക്കുന്നു. ഈ കൂട്ടത്തിൽ പെടുന്ന ചില കാർബോഹൈഡ്രേറ്റുകളാണ് ഗ്ളൂക്കോസ്, സുക്രോസ്, സ്റ്റാർച്ച്,

ഡെക്സ്ട്രിൻ (dextrin), സെല്ലുലോസ്, ഗ്ളൈക്കോജൻ, ആൽജിനിക്ക് ആസിഡ് എന്നിവ. പഞ്ചസാര, ഗ്ളൂക്കോസ്, മധുരപദാർഥങ്ങൾ, മദ്യം, വസ്ത്രം എന്നിവ നിർമ്മിക്കുന്ന ഫാക്ടറികൾ, ഡയറികൾ, ദാരുസംസ്കരണത്തിനും ഭക്ഷ്യസംസ്കരണത്തിനുമുള്ള വ്യവസായശാലകൾ–ഇവ പഞ്ചസാരകളുടെയും സ്റ്റാർച്ചിന്റെയും സ്രോതസ്സുകളാണ്. ഉയർന്ന തന്മാത്രാഭാരമുള്ളതും നൈട്രജൻ അടങ്ങിയിട്ടുള്ളതുമായ ജൈവ സംയുക്തങ്ങളാണ് പ്രോട്ടീനുകൾ. ഇവയും സസ്യജന്തുലോകത്തിൽ സർവത്ര വിതരിതമാണ്. പ്രോട്ടീനുകളുടെ മുഖ്യഘടകം അമിനോ ആസിഡുകളാകുന്നു. അമിനോ ആസിഡുകളുടെ എണ്ണവും ശൃംഖലാസ്ഥാനവും തന്മാത്രയുടെ ജ്യാമിതീയരൂപവുമനുസരിച്ച് പ്രോട്ടീനുകളുടെ ക്രിയാഗുണങ്ങൾ മാറുന്നു. കാർബൺ, ഹൈഡ്രജൻ, നൈട്രജൻ എന്നിവ മാത്രമല്ല, ഗന്ധകവും ഫോസ്ഫറസ്സും കൂടി പ്രോട്ടീനുകളിലടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. മുട്ടയിലെ ആൽബുമിൻ, ജെലാറ്റിൻ, (gelatine), കസീൻ (casein), കെരാറ്റിൻ (keratin), ഗ്ലൂട്ടനിൻ (glutenin) എന്നിവ പ്രോട്ടീനുകൾക്ക് ഉദാഹരണമാണ്. ബാക്ടീരിയങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനഫലമായി അവയ്ക്ക് ജീർണനം സംഭവിക്കുകയും മുഖ്യമായി ഗന്ധകത്തിന്റെയും ഫോസ്ഫറസ്സിന്റെയും സംയുക്തങ്ങൾ വിമുക്തമാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇങ്ങനെ വിമുക്തമാകുന്ന ഗന്ധകസംയുക്തങ്ങൾ വീണ്ടും ബാക്ടീരിയപ്രവർത്തനംകൊണ്ട് ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡിനെപ്പോലെ ഗന്ധകമടങ്ങിയിട്ടുള്ള വാതകങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ഈ വാതകങ്ങളാകട്ടെ ദുർഗന്ധം വമിക്കുന്നവയുമാണ്. മദ്യഗന്ധമാണ് ഫോസ്ഫറസ് സംയുക്തങ്ങൾക്കുള്ളത്.

പ്ലാസ്റ്റിക്കുകളും റബ്ബറും

ഫിനോളിന്റെയും ഫോർമാൽഡിഹൈഡിന്റെയും റെസിനുകളാണ് പ്ലാസ്റ്റിക്കുകൾ. പ്ലാസ്റ്റിക്കുകൾ കത്തിക്കുമ്പോൾ പോളിക്ലോറിനേറ്റഡ് ബൈഫിനൈൽസ് (PCB എന്ന് ചുരുക്കപ്പേർ) എന്ന വസ്തുക്കൾ അവയിൽ നിന്നു വമിച്ച് പരിസ്ഥിതിയിൽ പരക്കുന്നു.

റബ്ബറുല്പാദനവും സംസ്കരണവും നടത്തുന്ന വ്യവസായങ്ങളിൽനിന്ന് റബ്ബറും വിസർജിക്കപ്പെടുന്നു. ഐസോപ്രീൻ എന്ന ഹൈഡ്രോകാർബണിൽ നിന്ന് ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന ഒരു പോളിമർ ആണ് റബ്ബർ.

വിലീനമായ ഖരപദാർഥങ്ങൾ

സോഡിയം, പൊട്ടാസ്യം, കാൽസ്യം, മഗ്നീഷ്യം, ഇരുമ്പ്, മാംഗനീസ് എന്നിവയുടെ ക്ലോറൈഡുകൾ, സൾഫേറ്റുകൾ, നൈട്രേറ്റുകൾ, ബൈകാർബണേറ്റുകൾ, ഫോസ്ഫേറ്റുകൾ എന്നിവയും ചില ഫ്ളൂറൈഡുകളും വെള്ളത്തിൽ അലിയുന്നവയാണ്. ഇവയിൽ പലതും ജലമൃദൂകരണശാലകളിൽ

നിന്നും ലവണോല്പന്നശാലകളിൽനിന്നും വിസർജ്യങ്ങളായി നദികളിലും തോടുകളിലുമെത്തുന്നു. ഒരു പ്രത്യേക പരിധിവിട്ടുള്ള അളവിൽ ഫ്ളൂറൈഡുകളും നൈട്രേറ്റുകളും മനുഷ്യർക്ക് വിഷാലുവായിത്തീരുന്നു. മിക്കവാറും എവിടെയും വെള്ളത്തിൽ, സ്രോതസ്സ് ഏതായാലും, ഫ്ളൂറൈഡ് ഉണ്ടായിരിക്കും. എന്നാൽ വിസർജ്യങ്ങൾ കൂടി ചേരുന്നതിനാൽ ഇതിന്റെ സാന്ദ്രത ഉയരുന്നു. സാന്ദ്രത 0.5 പിപിഎമ്മിൽ അധികമായിരുന്നാൽ ദന്തക്ഷയമുണ്ടാകും; അതു 1.5 പിപിഎമ്മിൽ കവിഞ്ഞാൽ ദന്തങ്ങൾക്ക് ചിത്രണം (mottling) സംഭവിക്കുന്നു. ഫ്ളൂറോസിസ് എന്ന അസ്ഥിവൈകല്യരോഗം ബാധിക്കുന്നു. കാൽമുട്ടുകളുടെയും അസ്ഥിസന്ധികളുടെയും ചലനവും നിയന്ത്രണവും ഇതുകൊണ്ട് തകരാറിലാവും. മനുഷ്യർക്ക് മാത്രമല്ല കന്നുകാലികൾക്കും മറ്റ് വളർത്തുമൃഗങ്ങൾക്കും ഇതുപോലെ, ദന്തക്ഷയവും അസ്ഥിരോഗവും ഉണ്ടാകാറുണ്ട്. സസ്യങ്ങളെയും ഫ്ളൂറൈഡുകൾ ആക്രമിക്കുന്നു. മാനുഷികാരോഗ്യത്തിലും സസ്യങ്ങളിലും ജന്തുക്കളിലും ഫ്ളൂറൈഡുകൾ ചെലുത്തുന്ന പ്രഭാവം പൂർണമായി. എട്ടാം അധ്യായത്തിൽ പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ട്.

ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിലുള്ള വെള്ളത്തിൽ നാമമാത്രമായേ നൈട്രേറ്റുകളുള്ളൂ. പക്ഷേ ഭൂഗർഭജലത്തിൽ അത് ഗണ്യമായ തോതിലുണ്ട്. ജന്തുജന്യവും നൈട്രജൻ അടങ്ങുന്നതുമായ കാർബണികപദാർഥങ്ങളിൽനിന്നാണ് നൈട്രേറ്റുകൾ ഉണ്ടാകുന്നത്. കുടിക്കുവാനുപയോഗിക്കുന്ന വെള്ളത്തിൽ നൈട്രേറ്റിന്റെ അംശം 20 പിപിഎമ്മിൽ കൂടുതലാകാൻ പാടില്ല. 20 നും 40 നും (പി.പി.എം) ഇടയിലായാൽ കുട്ടികൾക്ക് മെതീമോഗ്ലോബിനേമിയ (methemoglobinemia) എന്ന രോഗം പിടിപെടുന്നു. രക്തത്തിൽ മാറ്റങ്ങളും സയനോസിസ്സും (cyanosis) ആണ് ഈ രോഗത്തിന്റെ ലക്ഷണങ്ങൾ. നൈട്രേറ്റുകൾ നിരോക്സീകരണംകൊണ്ട് നൈട്രൈറ്റുകളായി രൂപാന്തരപ്പെടുകയും തന്മൂലം ഹീമോഗ്ലോബിൻ ഭാഗികമായി മെത്തീമോഗ്ലോബിൻ ആയി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. ഓക്സിജന്റെ സംവഹനം ഇതിനാൽ കുറഞ്ഞുപോകുന്നു. ശിശുക്കൾക്ക് മങ്ങിയ നീലനിറമോ തവിട്ട് കലർന്ന നീലനിറമോ ഉണ്ടാകാൻ ഇതു കാരണമാകുന്നു. ശീതകസംവിധാനങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള വിസർജ്യജലപ്രവാഹങ്ങളാണ് നദീജലത്തിൽ നൈട്രേറ്റുകൾ കൊണ്ടുള്ള മലിനീകരണം സൃഷ്ടിക്കുന്നത്.

ലവണങ്ങൾ അമിതമായി ചേർന്നിട്ടുള്ള വെള്ളം പുഴകളിലേയ്ക്ക് ഒഴുക്കിവിടുമ്പോൾ, നദീജലത്തിൽ ഉപ്പുരസം ഉണ്ടാവുന്നു. മത്സ്യങ്ങളെയും ചില സസ്യങ്ങളെയും ബാധിക്കുന്ന ഒരു മാറ്റമാണിത്. ശുദ്ധജലമത്സ്യങ്ങളിൽ പെട്ട പല ജാതികളും ഉപ്പുവെള്ളത്തിൽ, ഓസ്മോസന വ്യതിയാനം സംഭവിക്കുന്നതിനാൽ, ചത്തുപോവുന്നു. വിലേയലവണങ്ങൾ ജീവജാലങ്ങളെ മാത്രമല്ല ബാധിക്കുന്നത്. അവ പൈപ്പ് ലയിനുകൾക്കും പമ്പുകൾക്കും മറ്റ് ലോഹിക വസ്തുകൾക്കും കോൺക്രീറ്റ് ശില്പങ്ങൾക്കും

നാശമുണ്ടാക്കുന്നു. സൾഫേറ്റുകളാകട്ടെ, സൾഫ്യൂരിക്ക് ആസിഡ് ആയി മാറുന്നതിനാൽ സംക്ഷാരണം വർധിപ്പിക്കുന്നു; അല്ലെങ്കിൽ സൾഫൈഡുകളായിത്തീർന്ന് ദുർഗന്ധപ്രശ്നങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നു. സൾഫേറ്റുകൾ സൾഫൈഡുകളായി മാറുന്നത് നിരോക്സീകാരകങ്ങളും ഗന്ധകബാധകങ്ങളുമായ ബാക്ടീരിയകളുടെ പ്രവർത്തനഫലമായിട്ടാണ്.

ഇരുമ്പിന്റെയും അലുമിനിയത്തിന്റെയും വിലേയമായ ചില ലവണങ്ങൾ, പ്രകൃത്യാ ഉള്ള ബൈകാർബണേറ്റിന്റെ ക്ഷാരതയുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിച്ച് വിലേയമല്ലാത്ത ഹൈഡ്രോക്സൈഡുകളെ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നു. വാഹിതമലംകൊണ്ടോ അന്യസംദൂഷകങ്ങൾ കൊണ്ടോ നദീജലങ്ങളിൽ വിലീനമായ ഓക്സിജൻ തീർന്നുപോയാൽ, ഫെറസ് സൾഫൈഡ് (ferrous sulphide) എന്ന പദാർഥം രൂപീകൃതമായി വെള്ളത്തിന് കറുപ്പുനിറം ഉണ്ടാകുന്നു. മാത്രമല്ല, ഇരുമ്പ് ഫീനോളുകളുമായി സംയോജിച്ച് പല തരം നിറങ്ങളുള്ള സംയുക്തങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതിനാൽ വെള്ളത്തിന് വർണശബളിമ ഉണ്ടാകുകയും ചെയ്യും.

സിന്തറ്റിക്ക് ഡിറ്റർജന്റുകൾ

ഈയിടെ മാത്രം കണ്ടെത്തി നിർമ്മിക്കപ്പെട്ട പദാർഥങ്ങളാണ് സിന്തറ്റിക്ക് ഡിറ്റർജന്റുകൾ. ഇവയുടെ ഉപയോഗം ഇപ്പോൾ അതിവിപുലമായിട്ടുണ്ട്. വീടുകളിലും വ്യവസായശാലകളിലും ശുചീകരണപദാർഥമായി ഇവ ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു. ഈ സന്ദർഭത്തിൽ പ്രസ്താവ്യമായ ഒരു വസ്തുതയുണ്ട്. പ്രകൃതിജന്യമായ ഡിറ്റർജന്റുകൾക്ക് (അപമാർജകങ്ങൾ) നിസാരമായ വിഷാലുതയേ ഉള്ളൂ. സിന്തറ്റിക്ക് ഡിറ്റർജന്റുകൾ ജൈവപ്രക്രിയകൾ കൊണ്ട് ജീർണിച്ച് പോകുന്നവയല്ല എന്നതും കൂടി ഒരു വിഷാലുതാഘടകമായി കരുതപ്പെടുന്നു. വിഷാലുതക്ക് പൂർണമായും ഹേതുത്വം, ഇവയിലുള്ള സക്രിയഘടകമായ ആൽക്കിൽ ബെൻസീൻ സൾഫോണേറ്റ് (alkyl benzene sulfonate) എന്ന പദാർഥത്തിനാകുന്നു.

സിന്തറ്റിക്ക് ഡിറ്റർജന്റുകളിൽ ആകെയുള്ള ദ്രവ്യത്തിന്റെ ചെറിയൊരു അനുപാതം (15 മുതൽ 35 വരെ ശതമാനം) മാത്രമേ അപമാർജനത്തിൽ സക്രിയമായിട്ടുള്ളൂ. ബാക്കി പൂരകങ്ങൾ (fillers) എന്നറിയപ്പെടുന്ന പദാർഥങ്ങളാണ്. സോഡിയം ട്രൈപോളിഫോസ്ഫേറ്റ് (sodium tripolyphosphate), സോഡിയം ഹെക്സാമെറ്റാ ഫോസ്ഫേറ്റ്, (sodium hexametaphosphate) എന്നിവയെ കൂടാതെ സോഡിയത്തിന്റെ ഇതര ഫോസ്ഫേറ്റുകളും, സോഡിയം കാർബണേറ്റ്, സോഡിയം സിലിക്കേറ്റ്, ബൊറാക്സ്, സോഡിയം കാർബോക്സിമീതൈൽ സെല്ലുലോസ് (sodium carboxy methyl cellulose) എന്നീ സംയുക്തങ്ങളും പൂരകങ്ങളിൽ പെട്ട ചില വസ്തുക്കളാണ്. ഇവ അപമാർജനക്രിയ മെച്ചപ്പെടുത്തുന്നു. അപമാർജന പദാർ

ഥങ്ങൾക്കുള്ള വിഷാലുതയ്ക്ക് പുറമെ, അവ വിസർജ്യങ്ങളായി പുറന്ത ള്ളപ്പെടുമ്പോൾ വെള്ളത്തിൽ വിലേയലവണങ്ങളുടെ സാന്ദ്രീകൃതമായ ഒരു നിക്ഷേപണവുമുണ്ടാകുന്നു.

സിന്തറ്റിക് ഡിറ്റർജന്റുകൾ മൂന്ന് തരമുണ്ട്: (1) ആനയോണിക് ഡിറ്റർജന്റുകൾ (Anaonic detergent) (2) കാറ്റയോണിക് (Cataonic) ഡിറ്റർജന്റുകൾ (3) അയോൺ രഹിത ഡിറ്റർജന്റുകൾ (nonionic detergent) എന്നിവ.

ഏറ്റവുമധികം പ്രചാരത്തിലുള്ളത് (ഏകദേശം 95 ശതമാനം) ആന യോണിക് ഡിറ്റർജന്റുകളാണ്. പിന്നത്തെ സ്ഥാനം അയോൺ രഹിത തരത്തിനാണ്. ഉയർന്ന വില കാരണം കാറ്റയോണിക് ഡിറ്റർജന്റുകൾ അപൂർവമായേ ഉപയോഗിക്കുന്നുള്ളൂ. സോപ്പ് മുതലായ ശുചീകരണ ക്ഷമ തയുള്ള പദാർഥങ്ങളുടെ സ്ഥാനം സിൻഡെറ്റുകൾ കയ്യടക്കിയിട്ടുള്ളതി നാൽ, ഇവ വാഹിതമലത്തിലും വ്യാവസായിക വിസർജ്യങ്ങളിലും കട ന്നുകൂടാനുള്ള സാധ്യത വർധിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇവയുടെ സക്രിയാംശങ്ങൾ എളുപ്പത്തിൽ ജീർണിക്കാത്തതിനാൽ, വാഹിതമലത്തിൽ നുരയും പതയും സൃഷ്ടിച്ചുകൊണ്ട് സംസ്കരണത്തിന് വിഘാതമുണ്ടാക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ഫലമായി ഈ പദാർഥങ്ങളുടെ പകുതിയോളം അന്തിമ ജല സ്രാവത്തിൽ നിലനിൽക്കുന്നതായി നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. വളരെ താഴ്ന്ന സാന്ദ്രതയിൽപോലും ഈ സംയുക്തങ്ങൾ പതയുണ്ടാക്കുന്നതിനാൽ വായുപൂരണം അസാധ്യമായിത്തീരുന്നു. എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ വായുപൂ രണം ഉണ്ടായാൽ പിന്നെയും പത വർധിക്കുന്നു. ഇക്കാരണത്താൽ നദീ ജലത്തിന്റെ വായുപൂരണം ആവർത്തിക്കുന്ന തോത് കുറയുകയും വാഹി തമലത്തിന്റെ ശുദ്ധീകരണം ക്ഷയിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്ന് മാത്രമല്ല സിൻഡെറ്റുകളുടെ വിഷവീര്യം കാരണം ജലീയ ജന്തുക്കളും സസ്യജാ ലങ്ങളും നശിക്കുന്നു. സിൻഡെറ്റുകൾ വെള്ളത്തിന് ചുവയുമുണ്ടാക്കു ന്നുണ്ട്. ജലസസ്യങ്ങളെയും സിൻഡെറ്റുകൾ പ്രതികൂലമായി ബാധിക്കു ന്നുണ്ടെന്ന് ലാബറട്ടറി പരീക്ഷണങ്ങൾ തെളിയിച്ചിട്ടുണ്ട്.

കാർബണികവും അകാർബണികവുമായ മറ്റു മാലിന്യകാരകങ്ങൾ

മുൻപ് വിവരിച്ച പദാർഥങ്ങളെ കൂടാതെ, പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്ന മറ്റു ചി ല പദാർഥങ്ങളെപ്പറ്റി വിശദമായി വേറെ പ്രതിപാദിക്കേണ്ടതുണ്ട്. മെർക്കു റി, മെർക്കുറിയുടെ സംയുക്തങ്ങൾ, കാഡ്മിയം, പോളിക്ലോറിനേറ്റഡ് ബൈഫിനൈലുകൾ (Poly-chloririated biphenyls), ഫിനോളുകൾ (phenols), ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ, പോളിന്യൂക്ലിയർ അരോമാറ്റിക് ഹൈഡ്രോ കാർബണുകൾ, ആൽഡിഹൈഡുകൾ എന്നീ പദാർഥങ്ങളാണവ.

മെർക്കുറിയും മെർക്കുറിയടങ്ങുന്ന സംയുക്തങ്ങളും

ഇക്കഴിഞ്ഞ കുറച്ച് കൊല്ലങ്ങളായി ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാരുടെ ശ്രദ്ധ പതിഞ്ഞിട്ടുള്ള വിഷയമാണ് മെർക്കുറികൊണ്ടുള്ള വിഷബാധ. പ്രകൃതിസിദ്ധമായ വെള്ളത്തിൽ ഒരു നൂറുകോടിയിൽ ഒരംശത്തിന്റെ ഏതാനും ഭാഗം മാത്രമേ മെർക്കുറിയുള്ളൂ. ഒട്ടേറെ വ്യവസായശാലകളിൽ നിന്ന് പുറന്തള്ളപ്പെടുന്ന വിസർജ്യത്തിലൂടെ ജൈവമണ്ഡലത്തിലേയ്ക്ക് മെർക്കുറി കടന്നുകൂടുന്നു. ക്ലോറിന്റെ നിർമ്മാണത്തിനായി ഉപ്പുവെള്ളത്തിന്റെ വൈദ്യുതവിശ്ലേഷണം നടത്തുമ്പോൾ, മെർക്കുറി ഒരു ഇലക്ട്രോഡ് ആയി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. ഇതാണ് മെർക്കുറിയുടെ മുഖ്യസ്രോതസ്സ്. കടലാസ്, പൾപ്പ്, പ്ലാസ്റ്റിക്ക്, ബാറ്ററി എന്നിവ നിർമ്മിക്കുന്ന വ്യവസായശാലകളും എണ്ണ ശുദ്ധീകരണശാലകളും കൂടി മെർക്കുറികൊണ്ടുള്ള മലിനീകരണത്തിന് സംഭാവന നൽകുന്നുണ്ട്. വിത്തുകൾ കേടുവരാതിരിക്കാനും സസ്യസംരക്ഷണത്തിനും വേണ്ടി കുമിൾ നാശിനികളായി മെർക്കുറിസംയുക്തങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു. പക്ഷേ കുമിൾനാശിനികളും കീടനാശിനികളുമായിട്ടുള്ള ഈ സംയുക്തങ്ങളുടെ പ്രയോഗം കുറഞ്ഞുവരികയാണ്, അവയുടെ രൂക്ഷമായ വിഷാലുത കാരണം. ദ്രാവകസ്ഥിതിയിൽ ലോഹികമെർക്കുറി വിഷാലുവല്ല. പക്ഷേ മെർക്കുറിയുടെ ബാഷ്പം കേന്ദ്രനാഡീവ്യൂഹത്തെ ബാധിക്കുന്നു. മെർക്കുറി അടങ്ങിയിട്ടുള്ള കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളിൽ വച്ച് ഏറ്റവുമധികം ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നത് മീതൈൽ മെർക്കുറി(methyl mercury) യാണ്. അത്യന്തം ഹാനികരമായ ഈ പദാർഥമാണ് പരിസ്ഥിതി നേരിടുന്ന ഭീഷണികളിൽവെച്ച് ഏറ്റവും വലുത്. പക്ഷേ വ്യവസായങ്ങളിൽനിന്ന് പുറന്തള്ളുന്ന മെർക്കുറി മിക്കവാറും അകാർബണികരൂപത്തിലുള്ളതാണ് എന്ന വസ്തുത ഓർക്കേണ്ടതുണ്ട്. എങ്കിലും ജലാശയങ്ങളുടെ അടിയിൽ വർത്തിക്കുന്ന ബാക്ടീരിയ അകാർബണികമായ മെർക്കുറിയെ മീതൈൽ മെർക്കുറിയാക്കി പരിവർത്തനം ചെയ്യിക്കുന്നു. അതിനാൽ ജലാശയങ്ങളിലെ അടിച്ചേറിൽ അടിഞ്ഞു കൂടുന്ന മെർക്കുറി അവശിഷ്ടങ്ങൾ വെറും ഊറൽ ചെളിപോലെയാണെന്ന് കരുതാവുന്നതല്ല. അവ ക്രമേണ രാസരൂപാന്തരണം സംഭവിച്ച് ഭക്ഷ്യശൃംഖലയിൽ പ്രവേശിക്കുകയും സാന്ദ്രീകൃതാവസ്ഥയിൽ മനുഷ്യർക്ക് വിഷബാധയുണ്ടാക്കുകയും ചെയ്യും. അതിനാൽ ഇപ്പോൾ തന്നെ പരിസ്ഥിതിയിൽ കടന്നു കൂടിക്കഴിഞ്ഞിട്ടുള്ള അകാർബണികമെർക്കുറിയുടെ വമ്പിച്ച സഞ്ചയം വിദൂരഭാവിയിൽ ഒരു വമ്പിച്ച ഭീഷണിയായിത്തീരാനിടയുണ്ട്. ഈ സന്ദർഭത്തിൽ, 1990 ൽ ജപ്പാനിലുണ്ടായ ഒരു വലിയ സംഭവം ചൂണ്ടിക്കാണിക്കേണ്ടതുണ്ട്. അന്ന് മെർക്കുറി വിഷം ബാധിച്ച 116 പേർക്ക് അവ്യുൽക്രമണീയമായ ഹാനിസംഭവിച്ചു; അവരുടെ മസ്തിഷ്കകോശങ്ങൾ വികലമായി. തുടർന്നു വന്ന കൊല്ലങ്ങളിൽ അനേകം

പേർ മരിക്കുകയും ചെയ്തു. തദ്ദേശീയമായ ഒരു പ്ലാസ്റ്റിക്ക് നിർമ്മാണ ശാലയിൽ നിന്നുള്ള വിസർജ്യങ്ങൾ കാരണമുണ്ടായ മെർക്കുറി മലിനീകരണം ആയിരുന്നു അത്യാഹിതത്തിന് ഹേതു.

കാഡ്മിയവും കാഡ്മിയം സംയുക്തങ്ങളും

വിഷാലുത നോക്കിയാൽ മെർക്കുറി കഴിഞ്ഞുള്ള സ്ഥാനം കാഡ്മിയത്തിനാണ്. ഇലക്ട്രോപ്ലേറ്റിങ് വ്യവസായമാണ് കാഡ്മിയത്തിന്റെ മുഖ്യസ്രോതസ്സ്. ഈ മൂലകത്തിന് മനുഷ്യരുടെയും മൃഗങ്ങളുടെയും കരൾ, വൃക്കകൾ, തൈറോയ്ഡ് ഗ്രന്ഥി എന്നിവയിൽ സാന്ദ്രീകരിക്കാൻ പ്രവണതയുണ്ട്. ഒരിക്കൽ ശരീരത്തിൽ പ്രവേശിച്ചുകഴിഞ്ഞാൽ സ്ഥിരമായി അവിടെ വർത്തിച്ചേക്കും. കാഡ്മിയത്തിന്റെ ലവണങ്ങൾ ഉള്ളിൽചെന്നാൽ പേശികൾക്ക് വലിവും, ഓക്കാനവും, ഛർദിയും, അതിസാരവുമുണ്ടാകുന്നു.

പോളിക്ലോറിനേറ്റഡ് ബൈഫിനൈലുകൾ

ഇവ പ്ളാസ്റ്റിസൈസർ (plasticizer), ഡൈഎലക്ട്രിക്ക് (dielectric) സ്നേഹകം എന്നിവയിൽ വ്യാവസായികമായി ഉപയോഗിച്ച് വരുന്നു. സമുദ്രങ്ങളിലെ എക്കോവ്യൂഹങ്ങളുടെ ഭക്ഷ്യശൃംഖലയിൽ ഇവ സഞ്ചയിതമാകുന്നുണ്ട്. ഡിഡിടിയെപ്പോലെയാണ് പിസിബിയും (PCB); തത്സദൃശമായ ശാരീരിക വികാരങ്ങളും അവ സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ചിലതരം പ്ളാസ്റ്റിക്കുകൾ കത്തിക്കുമ്പോൾ ഇവ പരിസ്ഥിതിയിലേക്ക് പരക്കുവാനിടവരുന്നു. ഡിഡിറ്റിയെപ്പോലെ ഈ പദാർഥവും പക്ഷിമുട്ടകളുടെ തോടുകളെ ലോലമാക്കിത്തീർക്കുന്നു.

ഫിനോളുകളും ഫിനോളടങ്ങിയ സംയുക്തങ്ങളും

പ്രധാനപ്പെട്ട പല വ്യാവസായികാവശിഷ്ടങ്ങളിലും സാധാരണമായി അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ഘടകമാണ് ഫിനോളുകൾ. അല്പമാത്രയിലായാൽ പോലും ഇവ വെള്ളത്തിന് പ്രത്യേകമായ ചില രുചിഭേദങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നു. സാന്ദ്രതകൂടിയ ഫിനോൾലായനി അംഗങ്ങളിൽ വേദനയും, വൃക്കകളിൽ ഉത്തേജനവും, തളർച്ചയും, ചിലപ്പോൾ ജീവഹാനിയും ഉണ്ടാക്കും.

പോളിന്യൂക്ളിയർ അരോമാറ്റിക്ക് ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ

ഈ വകുപ്പിൽപ്പെട്ട പല സംയുക്തങ്ങളും വെള്ളത്തിലും മറ്റ് പാരിസ്ഥിതിക മാധ്യമങ്ങളിലും കണ്ടുവരുന്നു. സ്വതേ വെള്ളത്തിൽ ഇവയ്ക്ക് വിലേയത കുറവാണെങ്കിലും, ആനയോണിക് ഡിറ്റർജന്റുകളുടെ സാന്നിധ്യത്തിൽ അത് വർധിക്കുന്നു. പോളിന്യൂക്ളിയർ അരോമാറ്റിക്ക് ഹൈഡ്രോകാർബണുകളുടെ ഘടനാപരമായ സ്ഥിരത്വം പ്രകാശത്തിന്റെയും ഓക്സി

ജന്റെയും സാന്നിധ്യത്തിൽ ദുർബലപ്പെടുന്നു. അർബുദരോഗകാരികളായ ഈ പദാർഥങ്ങൾ ശുദ്ധജലത്തിൽ ചെറിയ തോതിലായാലും ഉണ്ടെങ്കിൽ ഹാനികരമാണോ എന്നകാര്യം അറിവായിട്ടില്ല.

മറ്റ് ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ

ബെൻസീന് സദൃശമായ ഗന്ധം ഈ സംയുക്തങ്ങൾ വെള്ളത്തിനുണ്ടാക്കുന്നു. പക്ഷേ വാതകത്തിന്റെയും വെള്ളത്തിന്റെയും അളവിനെയും, വാതകസമ്പർക്കത്തിന്റെ സമയദൈർഘ്യത്തെയും ആശ്രയിച്ച് ഗന്ധത്തിന്റെ മട്ട് മാറുന്നു.

ആൽഡിഹൈഡുകൾ

ഈ വകുപ്പിൽപെട്ട പ്രധാനസംയുക്തങ്ങൾ അസെറ്റാൽഡിഹൈഡ് (acetaldehyde), ബെൻസാൽഡിഹൈഡ് (benzaldehyde), ഫോർമാൽഡിഹൈഡ് (formaldehyde), ഫുർഫുറൽ (furfural), വാനിലിൻ (vanillin) എന്നിവയാകുന്നു. ഇവ വെള്ളത്തിന് പ്രത്യേകഗന്ധവും മത്സ്യങ്ങൾക്ക് വിഷബാധയും ഉണ്ടാകുന്നതിന് കാരണമാകുന്നു. വാനിലിൻ ആൽഗകളുടെ വളർച്ചയെ തടയുകയും ചെയ്യും.

നിലംബിത ദ്രവ്യങ്ങൾ

ജലത്തിൽ അലിയാതെ നിലംബിതമായി പദാർഥങ്ങൾ ഉണ്ടാവുക എന്നതാണ് ജലമലിനീകരണത്തിന്റെ ഏറ്റവും സാധാരണമായ ലക്ഷണം. വാഹിതമലത്തിലും മിക്ക വ്യവസായങ്ങളിൽ നിന്നുമുള്ള വിസർജ്യജലത്തിലും നിലംബിതപദാർഥങ്ങൾ ഉണ്ട്. ഇവ കാർബണികമോ അകാർബണികമോ അല്ലെങ്കിൽ രാസസ്വഭാവം കൊണ്ട് കാർബണികമോ അകാർബണികമോ ആകാം. വെട്ടുമടകൾ, സാൻഡ് വാഷിങ്ങ് (sand washing) നടത്തുന്ന സ്ഥലങ്ങൾ, കളിമൺവ്യവസായശാലകൾ, കടലാസ് പൾപ്പ് നിർമ്മിക്കുന്ന വ്യവസായസ്ഥാപനങ്ങൾ എന്നിവയിൽനിന്നുമുള്ള അവശിഷ്ടങ്ങളിൽ അകാർബണിക പദാർഥങ്ങളാണ് മുഖ്യമായും നിലംബിതമായിരിക്കുന്നത്. വാഹിതമലത്തിലും കൽക്കരിക്ഷാളന വിസർജ്യങ്ങളിലും കാർബണികപദാർഥങ്ങൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. നിലംബിതപദാർഥങ്ങൾ നേരിട്ട് ദോഷം ചെയ്യുന്നില്ലെങ്കിലും ജലസസ്യങ്ങളുടെ പ്രകാശസംശ്ലേഷണക്രിയകളെ തടസ്സപ്പെടുത്തുന്നതുകൊണ്ടും നിതലസ്ഥ (benthic) ജീവികളെ നശിപ്പിക്കുന്നതുകൊണ്ടും നദികളുടെ ശുദ്ധീകരണശേഷി ക്ഷയിക്കുന്നതിനിടവരുത്തുന്നു. എന്നുമാത്രമല്ല അവയിലുണ്ടാകാവുന്ന അപഘർഷകപദാർഥങ്ങൾ മത്സ്യങ്ങളുടെ ഗില്ലുകളിൽ തങ്ങി ശ്വാസനിരോധവും അപായവും സൃഷ്ടിക്കുന്നു. മത്സ്യബന്ധനവ്യവസായത്തിന് ഇതു കൊണ്ട് കോട്ടമുണ്ടാകുന്നു. ജലത്തിന്റെ അടിത്തട്ടിൽ നിലംബിതവസ്തുക്കൾ അടിഞ്ഞുകൂടിയാൽ സസ്യ

ജീവജാലങ്ങൾ നശിക്കുകയും മത്സ്യങ്ങളുടെ ആഹാര ലഭ്യത കുറയുകയും ചെയ്യും. പാട്രിക് (Patrick)* പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള ഒരു റിപ്പോർട്ടിൽ കാണുന്നത്, മത്സ്യങ്ങളുടെ മുട്ടകൾ നിലംബിത പദാർഥങ്ങളുടെ അടിയിൽപ്പെട്ട് മൂടിപ്പോകുന്നു എന്നാണ്. കൽക്കരിക്ഷാളനത്തിൽ നിന്നുള്ള അവശിഷ്ട ജലം കറുത്തതും അതാര്യവും (opaque) ആയതിനാൽ, നദീജലത്തെ മിക്ക ഉപയോഗങ്ങൾക്കും പറ്റാത്തവിധത്തിൽ ദുഷിപ്പിക്കുകയും കളങ്കിതമാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. നിലംബിതപദാർഥങ്ങളിൽ ജൈവവസ്തുക്കളുണ്ടെങ്കിൽ, ചൂടുള്ള കാലാവസ്ഥയിൽ അവ ജീർണിച്ച്, വാതകങ്ങളാൽ മേൽപ്പോട്ട് തള്ളപ്പെട്ട്, ജലത്തിന്റെ ഉപരിതലത്തിലെത്തി ദുർഗന്ധം വമിക്കുന്ന ചെളിക്കട്ടകളായി പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നു.

തപ്തവിസർജ്യങ്ങൾ

"*താപീയമലിനീകരണം*", ആറാം അധ്യായം നോക്കുക.

റേഡിയോപ്രസരമുള്ള വസ്തുക്കൾ: അധ്യായം 5,"റേഡിയോആക്റ്റീവ് മലിനീകരണം" നോക്കുക.

ജൈവികമാലിന്യകാരകങ്ങൾ

ജൈവിക മാലിന്യകാരകങ്ങളെ സൗകര്യത്തിന് രണ്ടായി തിരിക്കാം: പ്രാഥമികമെന്നും സഹചാരിയെന്നും (corollary). പ്രാഥമിക മാലിന്യകാരകങ്ങൾ മനുഷ്യരുടെ പ്രവർത്തനങ്ങൾ കൊണ്ട് നേരിട്ട് വെള്ളത്തിൽ വന്നുചേരുന്ന ജീവജാലങ്ങളാണ്–ഉദാഹരണമായി രോഗകാരകങ്ങളായ ബാക്ടീരിയങ്ങൾ അല്ലെങ്കിൽ വൈറസുകൾ. ഇവ വാഹിതമലത്തിലൂടെ വന്നെത്തുന്നു. സഹചാരികളായ മാലിന്യകാരകങ്ങൾ വെള്ളത്തിൽത്തന്നെ രൂപം കൊള്ളുന്നതും വെള്ളത്തിന്റെ സദുപയോഗക്ഷമത നശിപ്പിക്കുന്നവയുമാകുന്നു. ജലസേചനത്തിനുള്ള കുളങ്ങളിൽ വളരുന്ന കുളച്ചെടികൾ ഉദാഹരണം. ഇവ മനുഷ്യർ നേരിട്ട് വെള്ളത്തിലേക്ക് തള്ളിവിടുന്നവയല്ലെങ്കിലും, പരോക്ഷമായി മനുഷ്യർ ചെയ്യുന്ന പ്രവൃത്തികളാണ് അവ ഉണ്ടാകാനുള്ള കാരണം. പ്രാഥമിക മാലിന്യകാരകങ്ങൾ അൽപ്പായുസ്സുകളായിരിക്കുമ്പോൾ, സഹചാരികൾക്ക് താരതമ്യേന ആയുസ്സു കൂടുതലാണ്. രണ്ട് തരത്തിലും പെട്ട, മാലിന്യകാരകങ്ങളായ, ജീവികളുടെ സംഖ്യ ബൃഹത്താണ്. ഇവയെക്കുറിച്ചുള്ള വിസ്തൃതപ്രതിപാദനം ഈ ഗ്രന്ഥത്തിന്റെ പരിധിക്കതീതമാണ്. എങ്കിലും ബാക്ടീരിയ, വൈറസുകൾ, ആൽഗകൾ പോലെയുള്ള സഹചാരി മാലിന്യകാരകങ്ങൾ എന്നിവയുടെ സ്വഭാവവും പ്രഭാവവും താഴെ വിവരിക്കുന്നു.

---

* Patrick, R (Miss), "Aquatic organisms as an aid to solving waste disposal problems"- Sewage Industries Wastes. 25,1943, pp. 210–14

ബാക്ടീരിയ

പ്രകൃതിയിൽ വ്യാപകമായി വിതരിതമാണ് ബാക്ടീരിയങ്ങൾ. വളരെ ചെറിയ ഏകകോശസൂക്ഷ്മജീവികളാണിവ. അവ ഒറ്റയ്ക്കോ കൂട്ടമായോ വർത്തിക്കുന്നു. സ്വയം ആഹാരം ഉദ്ഗ്രഥിച്ചെടുക്കാനുള്ള കഴിവില്ലാത്തതിനാൽ ബാക്ടീരിയങ്ങൾ സജീവമോ അല്ലെങ്കിൽ മൃതമോ ആയ ജൈവ ദ്രവ്യത്തെ ആശ്രയിക്കുന്നു. അവയ്ക്ക് അസാധാരണവും വിപുലവുമായ ജൈവരാസപ്രവർത്തനമേഖലകളുള്ളതിനാൽ, പൊതുവേ അവ മനുഷ്യർക്ക് ഗുണകരമാണ്. മറ്റ് ജീവിവർഗങ്ങൾക്കും ജൈവരൂപങ്ങൾക്കും പ്രയോജനപ്പെടുമാറ് ജീവന് അത്യന്താപേക്ഷിതമായ മൂലകങ്ങളെ സമ്മേളിച്ചു നിർത്തുന്ന ബാക്ടീരിയങ്ങൾ ഭൂമിയിലെ ജൈവപ്രക്രിയകളിൽ പ്രമുഖമായ ഒരു പങ്കാണ് വഹിക്കുന്നത്. ജന്തുശരീരങ്ങളിലും സസ്യങ്ങളിലും മരണം വരെ സംഭൃതമായി നിന്നിരുന്ന അവശ്യപോഷകവസ്തുക്കൾ പിന്നീട് ലഭ്യമാക്കിത്തീർക്കുന്നതും ഇവതന്നെ. ഈ പ്രത്യേകത കാരണം ജൈവികമായ വാഹിതമലസംസ്കരണത്തിനുള്ള ശാലകളിൽ നിയോഗിക്കപ്പെടുന്ന പണിക്കുതിരകളാണ് ബാക്ടീരിയങ്ങളെന്നുപറയാറുണ്ട്. ഇതേ കൃത്യം തന്നെ നദികളുടെയും കായലുകളുടെയും നീർച്ചാലുകളുടെയും സ്വയംശുദ്ധീകരണ പ്രവർത്തനത്തിലും അവ നിർവഹിക്കുന്നു.

ജഡനാശകങ്ങളെന്നും രോഗകാരകങ്ങളെന്നും ബാക്ടീരിയങ്ങൾ രണ്ടു തരമുണ്ട്. ജഡനാശകങ്ങൾ (saprophytic) നിരുപദ്രവങ്ങളും നന്മചെയ്യുന്നവയുമാണ്. രോഗകാരകങ്ങൾ (pathogenic) ഉപദ്രവമുണ്ടാക്കുന്നു. മലിനീകരണപ്രശ്നങ്ങളെപ്പറ്റി പ്രതിപാദിക്കുമ്പോൾ രോഗകാരകങ്ങളായ ബാക്ടീരിയങ്ങളെ മാത്രമേ പരിഗണിക്കാറുള്ളൂ. ഇവയുടെ ആയുഷ്കാലം ഹ്രസ്വമാണെങ്കിലും അത്രയും കാലത്തിനുള്ളിൽ അവ സൃഷ്ടിക്കുന്ന പരിവർത്തനം ബൃഹത്താണ്. സംദൂഷിതമായ ജലത്തിൽ കൂടി മനുഷ്യരിൽ പ്രവേശിക്കുന്ന രോഗകാരകങ്ങളാണ് പല രോഗങ്ങളും പരത്തുന്നത്. രോഗങ്ങളിൽ വച്ച് ഏറ്റവും സാധാരണവും രൂക്ഷവുമാണ് കോളറ, അതിസാരം, ടൈഫോയ്ഡ്, വയറിളക്കം എന്നിവ. ലെപ്ടോസ്പിറോസിസ് (leptospirosis), ബ്രൂസെല്ലോസിസ് (brucellosis), ടുലാറേനിയ (tularenia) എന്നിവ അത്ര സാധാരണമല്ല. ബ്രൂസെല്ലോസിസ്, ടുലാറേനിയ, ക്ഷയം എന്നിവ മനുഷ്യർക്കും മൃഗങ്ങൾക്കും പൊതുവായുള്ള രോഗങ്ങളാകയാൽ, ജന്തുവിസർജ്യങ്ങൾ കൊണ്ട് സംദൂഷിതമായ ജലത്തിൽകൂടി അവ പകരാനിടയുണ്ട്.

രോഗകാരകങ്ങളിൽ പ്രമുഖമായ ബാക്ടീരിയങ്ങളാണ്, സാൽമൊനെല്ല (salmonella), ഷിഗെല്ല (shigella), വിബ്രിയോ കോളറ (vibrio cholera), ലെപ്ടോസ്പൈറ (leptospria), മൈക്കോബാക്ടീരിയം ട്യൂബർകുലോസിസ് (micobacterium tuberculosis), പാസ്ചറെല്ല ടുലാറെൻസിസ് (pasteurella tularensis) എന്നിവ.

വൈറസുകൾ

വെള്ളത്തിലുള്ള വൈറസുകളോട് ബന്ധപ്പെട്ട പ്രശ്നങ്ങൾക്ക് പ്രാധാന്യം കൂടിവരികയാണ്. സസ്യങ്ങളുടെയും ജന്തുക്കളുടെയും കോശങ്ങളിൽ രോഗബാധ സൃഷ്ടിക്കുന്നവയാണ് വൈറസുകൾ. അവികല്പികളും കോശാന്തരീയ പരജീവികളുമായ ഇവ അതിസൂക്ഷ്മജീവികളാകുന്നു. ആതിഥേയ കോശങ്ങളുടെ വിനാശമോ അവയ്ക്കു ക്ഷതിയോ സംഭവിക്കുമ്പോൾ മാത്രമാണ് വൈറസുകളുടെ സാന്നിധ്യം വെളിപ്പെടുന്നത്. തനതായ ചായാപചയം ഇല്ലാത്തതിനാൽ ആതിഥേയകോശങ്ങളെ മാത്രം ആശ്രയിച്ചാണ് ഇവ വളർച്ചയും പുനരുൽപാദനവും സാധിക്കുന്നത്.

ഏകദേശം 76 തരം വൈറസുകൾ മനുഷ്യർക്ക് രോഗകാരകമായിട്ടുണ്ടെന്ന് ഡാർബിയും കൂട്ടരും (1960) റിപ്പോർട്ട് ചെയ്യുന്നു. ഇവയിൽ വച്ച് ദൂഷിതജലത്തിലും വാഹിതമലത്തിലും വ്യാപകമായി കാണപ്പെടുന്നത് എൻടറോവൈറസ് (enteroviruses), അഡിനോവൈറസ് (Adeno viruses), പോളിയോവൈറസ് ഇൻഫെക്ഷ്യസ് ഹെപ്പറ്റൈറ്റിസ് വൈറസ് (infectious hepatitis virus) കോക്സ്സാക്കിവൈറസ് (coxsackie) എന്നിവയാണ്. ഏറ്റവും പ്രാധാന്യമുള്ളതും മനുഷ്യർ ഭയപ്പെടുന്നതുമായ രോഗങ്ങളിലൊന്നാണ് പിള്ളവാതം (പോളിയോ). ഈ രോഗം പേശികളെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന ചില നാഡീകോശങ്ങളെ നശിപ്പിക്കുന്നതിനാൽ, ഒന്നോ അതിലധികമോ ശരീരഭാഗങ്ങൾക്ക് പക്ഷാഘാതം ഉണ്ടാകുന്നു. ലോകത്തിലെല്ലായിടത്തും ഈ രോഗമുണ്ട്.

ഈ വൈറസുകളെ സംയുക്തമായ ക്ലോറിൻ* ആക്രമിക്കുന്നില്ലെന്നും സ്വതന്ത്രമായ ക്ലോറിൻ** മാത്രമേ അവയെ ബാധിക്കുന്നുള്ളൂ എന്നും ഓർക്കേണ്ടതുണ്ട്. അതിനാൽ കായികബാക്ടീരിയയ്ക്ക് വേണ്ടതിലും കൂടുതലായ മാത്രയിലായിരിക്കണം ക്ലോറിന്റെ പ്രയോഗം.

ആൽഗകൾ

ഏകകോശീയമോ ബഹുകോശീയമോ, ചരമോ അചരമോ ആയിട്ടുള്ള ജൈവരൂപികളുടെ ഒരു ഗ്രൂപ്പാണ് ആൽഗകൾ. അവയിൽ എല്ലാറ്റിനും പ്രകാശസംശ്ലേഷണ ക്ഷമതയുള്ള വർണകങ്ങളുണ്ട്. ഉപരിതലജലാശയങ്ങളിൽ പ്രകൃത്യാ ഉണ്ടാകുന്നവയായതിനാൽ, അവയെ സഹചാരികളായ മാലിന്യകാരകങ്ങളുടെ കൂട്ടത്തിൽ പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. വെള്ളത്തിൽ അവ രണ്ടുതരം കൃത്യങ്ങൾ നിർവഹിക്കുന്നു. ഒരുനിലയ്ക്ക് ആൽഗകൾ ഗുണം ചെയ്യുന്നുണ്ട്; മറ്റൊരുനിലയ്ക്ക് ദോഷവും. പ്രകാശ സംശ്ലേഷണത്തിലൂടെ അവ വെള്ളത്തിൽ നിന്ന് കാർബൺഡയോക്സൈഡ് മാറ്റിക്കളയുന്നു; ഓക്സിജൻ വെള്ളത്തിന് നൽകുകയും ചെയ്യുന്നു. അതിനാൽ ജലത്തിന്റെ സ്വയം ശുദ്ധീകരണ പ്രക്രിയയിൽ അവയ്ക്ക് പ്രധാന

മായ പങ്കുണ്ട്. എന്നുമാത്രമല്ല, ചിലതരം ജലീയ ജീവികൾക്ക് അവ ആഹാരവുമാണ്. പക്ഷേ ചില കാർബണിക പദാർഥങ്ങൾ അവ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നുണ്ട് എന്ന് റിപ്പോർട്ടുകളുണ്ട്. ഇത് പ്രതികൂലമായ അഭിപ്രായത്തിന് കാരണമായിരിക്കുന്നു.

വിതരണം ചെയ്യപ്പെടുന്ന ജലത്തിന് പലേടത്തും ചില പ്രത്യേക ചുവയും മണവും ആൽഗകൾ മൂലമുണ്ടാകുന്നു. (നോക്കുക : Palmer, C.M., "Algae in water supplies". U.S. Public Health Service Publication No.1657, 1959.): ഫോക്സ് (Fox) (1953) പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള ഒരു റിപ്പോർട്ട്, നീലഹരിതമായ ആൽഗകൾ ചെറിയ അളവിലുണ്ടെങ്കിൽ ജലത്തിന് പുല്ലിനോ പൂപ്പലിനോ ഉള്ളപോലെ ഒരു മണമുണ്ടാകാമെന്ന് സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഹരിതമായ ആൽഗകൾ ഉയർന്ന സാന്ദ്രതയിൽ നയ്സ്ടൂർഷിയം (naisturtium) പോലെ ഒരു ഗന്ധം സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ചുവയ്ക്കും മണത്തിനും പുറമെ ആൽഗകൾ വെള്ളത്തിന് പല നിറങ്ങളും കലുഷതയും ഉണ്ടാക്കാനിടയുണ്ട്. ഇവ വയറിളക്കത്തിനും പരോക്ഷമായി കാരണമാകുന്നു. മണലരിപ്പുകളുടെ അടിയിൽ മൃതമായ പ്ലവസസ്യങ്ങൾ അടിഞ്ഞുകൂടുകയും അവിടെ ഉദരസംബന്ധമായ തകരാറുകൾ സൃഷ്ടിക്കുന്ന സ്യൂഡോമോണ (Pseudomona) പോലെയുള്ള ബാക്ടീരിയങ്ങൾക്ക് വളരാൻ പറ്റിയ ഒരു തടമുണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതിന് പുറമെ, ചില തരം ആൽഗകൾ മാരകവിഷമുള്ളവയുമാണ്. ആൽഗകളിലെ വിഷം സാധാരണമായി കേന്ദ്രനാഡീവ്യൂഹത്തെയും ത്വക്കിനെയും ബാധിക്കുന്നു എന്ന് വീലരും മറ്റും (1942) റിപ്പോർട്ട് ചെയ്യുന്നു. മാത്രമല്ല, ആൽഗവിഷം ഏറ്റവും ശക്തിയുള്ള വിഷങ്ങളിലൊന്നാണ്, അത് കരൾവീക്കം (cirrhosis) ഉണ്ടാക്കുന്നതാണെന്നും നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഒട്ടേറെ മനുഷ്യർക്ക് അത് രോഗപ്രതിരോധശക്തിയെ ക്ഷയിപ്പിക്കുന്ന വസ്തുവായും പ്രവർത്തിക്കുന്നു. മണൽ ഉപയോഗിച്ച് അരിക്കൽ, രാസീയക്രിയകൾകൊണ്ട് രോഗാണുമുക്തമാക്കൽ എന്നീ പ്രക്രിയകളെ ആൽഗകൾ തടസ്സപ്പെടുത്തുന്നു. അരിപ്പകളുടെ ദ്വാരങ്ങൾ ചില തരം ആൽഗനാരുകൾ കയറി അടഞ്ഞ് പോവാനുമിടയുണ്ട്. തടാകങ്ങളുടെ അടിത്തട്ടിലോ, വെള്ളത്തിനുള്ളിൽ ചില ആഴങ്ങളിലോ കരയോടടുപ്പിച്ചുള്ള ആഴം കുറഞ്ഞ ഭാഗങ്ങളിലോ ആൽഗകൾ വളർന്ന് കൂട്ടമായി നിൽക്കുന്നതുകൊണ്ട് തടാകങ്ങളുടെ ഉപയോഗക്ഷമമായ ധാരിത കുറവായിപ്പോകുന്നു.

---

*സംയുക്തമായ ക്ലോറിൻ (combined chlorine) – ക്ലോറമീനുകൾ, മറ്റുക്ലോറിൻവ്യുല്പന്നങ്ങൾ എന്നിവയുടെ രൂപത്തിലുള്ളത്.

**സ്വതന്ത്രമായ ക്ലോറിൻ – Hypochlorous ആസിഡ് അല്ലെങ്കിൽ Hypochlorite അയോൺ; അല്ലെങ്കിൽ രണ്ടും കൂടിയ രൂപത്തിൽ ഉള്ളത്.

ആൽഗകളുടെ വിഷം ബാധിച്ച് വൻതോതിൽ മത്സ്യങ്ങൾ ചത്തുപോകാറുണ്ട്. ജലത്തിൽ നിന്ന് ഓക്സിജൻ നിർമാർജനം ചെയ്യാനോ, ജലത്തിനെ ഓക്സിജൻ കൊണ്ട് അതിപൂരിതമാക്കാനോ ആൽഗകൾക്ക് കഴിയും. ഇതിനാൽ ഓക്സിജന്റെ അംശീയമായ സന്തുലനം തെറ്റിപ്പോവുകയും മത്സ്യങ്ങൾ ചാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഗില്ലുകളിൽ, മൃതമായ ആൽഗ തിങ്ങിനിറയുന്നത്കൊണ്ടും അവയ്ക്ക് ജീവഹാനി സംഭവിക്കും. (നോക്കുക: J.R.Erichsen Jones, "Fish and River Pollution" Butterworths, 1964). ഇതിനുപുറമെ മൃതമായ ആൽഗകൾ വെള്ളത്തിന് മീതെ പായപോലെ ഒരാവരണം ഉണ്ടാക്കുന്നതിനാൽ, ഓക്സിജന്റെ അന്തഃപ്രവേശം തടഞ്ഞ് നിർത്തുവാനുമിടയുണ്ട്.

ആൽഗകളുടെ അമിതമായ വളർച്ച ജലാശയങ്ങളുടെ വിനോദപരവും സൗന്ദര്യപരവുമായ ഉപയോഗഗുണങ്ങളെ നശിപ്പിക്കുന്നു. ഓളം കൊണ്ട് ആൽഗകൾ കരയിലേക്ക് അടിഞ്ഞുകൂടാറുണ്ട്. അത് വേഗം തന്നെ നീക്കം ചെയ്തില്ലെങ്കിൽ, അവിടെക്കിടന്ന് ജീർണിച്ച് ചീഞ്ഞു നാറുന്നതിന് ഇടയാകുന്നു.

ശല്യം ചെയ്യുന്ന മറ്റു ജീവികൾ

ബാക്ടീരിയങ്ങൾ, വൈറസുകൾ, ആൽഗകൾ എന്നിവയ്ക്ക് പുറമെ മനുഷ്യർക്ക് ശല്യം ചെയ്യുന്ന ജീവികൾ വേറെയും അനവധിയുണ്ട്. ഇതിൽ പരജീവികളാണ് പ്രധാനം. വിരകളുടെയും നാടവിരകളുടെയും (Tape worms) മുട്ടകൾ, അസംസ്കൃതമായ വാഹിത മലത്തിൽ സാധാരണമായി ഉള്ളതിനാൽ, അത് ചെന്നുചേരുന്ന വെള്ളം സംദൂഷിതമാവുകയും മനുഷ്യർക്കും മൃഗങ്ങൾക്കും അപകടത്തിന് കാരണമാവുകയും ചെയ്യുന്നു.

പാജീവികളിൽ വച്ച് സാധാരണയായി, ഭക്ഷണത്തിലൂടെയും വെള്ളത്തിലൂടെയും അകത്തുചെല്ലുന്നത് എന്റമീബ ഹിസ്റ്റോളിറ്റിക്ക (Entamoeba histolytica) യാണ്. ഇതു സൃഷ്ടിക്കുന്ന അമീബിയാസിസ് വയറിളക്കത്തിനും ആന്ത്രബാഹ്യമായ മറ്റ് അസുഖങ്ങൾക്കും ഹേതുവാകുന്നു. ഗിനിവിര (guinea worm) ഡ്രാക്കോൺടിയാസിസ് (dracontiasis) എന്ന രോഗമുണ്ടാക്കുന്നു. ഇതിന്റെ മധ്യപരിപോഷിയായ കോപിപ്പോഡ് (copepod) വ്യാപിച്ചിട്ടുള്ള കുളങ്ങളിൽനിന്നും തുറന്ന കിണറുകളിൽ നിന്നുമാണ് ഇത് സംക്രമിക്കുന്നത്. ചില കുടൽകൃമികളും–അസ്കാരിസ് ലുംബ്രിക്കോയ്ഡ് (Ascaris lumbricoides), ട്രിചൂരിസ്ട്രിചൂറ (Trichuristrichiura) മുതലായവ–വെള്ളത്തിൽ നിന്നാണ് പരക്കുന്നത്. ഈ പരജീവികളുടെ മുട്ടകളും സിസ്റ്റുകളും (cysts) നശിപ്പിക്കുവാൻ ശക്തമായ ക്ലോറിനേഷൻ വേണ്ടി വരുന്നു.

മാലിന്യകാരകങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്ന പരിണതികൾ

പ്രധാനപ്പെട്ട മാലിന്യകാരകങ്ങളെപ്പറ്റിയും അവയുടെ പ്രഭാവത്തെപ്പറ്റിയും

പ്രതിപാദിച്ചുകഴിഞ്ഞുവെങ്കിലും, ഭൗതികവും ശാരീരികവുമായി ചില മാലിന്യകാരകങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്ന പരിണതികളെപ്പറ്റി വേറെത്തന്നെ ചർച്ച ചെയ്യേണ്ടതുണ്ട്. വർണം, കലുഷത, പത, ചുവ, ഗന്ധം എന്നിവയോട് ബന്ധപ്പെട്ടവയാണ് ഈ പരിണതികൾ. ഇതിനെപ്പറ്റി അപ്പപ്പോൾ തന്നെ ചിലത് പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ടെങ്കിലും വിശദമായ വിവരങ്ങൾ അറിയേണ്ടത് ആവശ്യമാകയാൽ അവ ചുവടെ കൊടുക്കുന്നു:

വർണം: നദികളിലേക്ക് തള്ളിവിടുന്ന വ്യാപാരികാവശിഷ്ടങ്ങളിൽ മിക്കതിനും കടുത്ത നിറങ്ങളുണ്ടായിരിക്കും. ആ നിറങ്ങൾ പിന്നെ വെള്ളത്തിന് ലഭിക്കുന്നു. നിറം നൽകുന്ന പദാർഥം മുഖ്യമായും കാർബണികച്ചായങ്ങളാണ്. മികച്ച നിറങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്ന അകാർബണിക വസ്തുക്കളും ഇല്ലാതില്ല–ഉദാഹരണമായി, ക്രോമിയത്തിന്റെയും ഇരുമ്പിന്റെയും സംയുക്തങ്ങൾ. നിറങ്ങൾ അതേനിലയ്ക്ക് ഹാനികരമല്ലെന്ന് ഓർക്കേണ്ടതുണ്ട്. പക്ഷേ, വെള്ളത്തെ സംബന്ധിച്ച്, നിറങ്ങളുണ്ടായാൽ സൗന്ദര്യപരമായ പരിഗണനകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ആ വെള്ളം ഏത് ആവശ്യങ്ങൾക്കും പറ്റാത്തതായിത്തീരുന്നു. കാർബണികച്ചായങ്ങൾ സൂക്ഷ്മമായ തോതിൽ പോലും ഉണ്ടായാൽ വെള്ളത്തിന് നിറം വന്നുചേരുമെന്ന് നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഉദാഹരണമായി മാജെന്ത (magenta) 0.02 പിപിഎമ്മിൽ ഉണ്ടെങ്കിൽ പ്രത്യേകമായ ഒരു ചുമപ്പു നിറം ഉണ്ടാകും. ഇതിന് പുറമെ രണ്ടുതരം വിസർജ്യങ്ങൾ തമ്മിലോ, അല്ലെങ്കിൽ ഒരു വ്യാപാരികാവശിഷ്ടപദാർഥവും പ്രകൃത്യാവെള്ളത്തിലുള്ള ഒരു പദാർഥവും തമ്മിലോ, ഉണ്ടാകാവുന്ന അന്യോന്യക്രിയകൊണ്ട് വെള്ളത്തിന് കടുപ്പമുള്ള നിറം വന്നേക്കാം. ചർമ്മശോധനശാലകളിൽ നിന്നുള്ള അവശിഷ്ടങ്ങൾ ഇരുമ്പിന്റെ അംശമുള്ള നദീജലത്തിലേക്ക് തള്ളിയാൽ, ടാനിനും ഇരുമ്പും തമ്മിലുണ്ടാകുന്ന രാസാഭിക്രിയകൊണ്ട് വെള്ളത്തിന് കടുംപച്ചയോ, മഷിപോലെ നീലനിറമോ ഉണ്ടാകുന്നുവെന്ന് റെഡ്‌ലിച്ച് * (1953) പ്രസ്താവിക്കുന്നു.

കലുഷത: കൊളോയ്ഡ് രൂപത്തിലുള്ള വസ്തുക്കളുടെയോ, ഏറെ നേർത്ത നിലംബിത പദാർഥങ്ങളുടെയോ സാന്നിധ്യം കൊണ്ട് ഉണ്ടാകുന്ന കലുഷതയാണ് വാഹിതമലത്തിന്റെയും വ്യാവസായിക വിസർജ്യങ്ങളുടെയും പ്രധാനപ്പെട്ട ഭൗതിക സവിശേഷതകളിലൊരെണ്ണം. കൊളോയ്ഡ് സ്ഥിതിയിലുള്ള കണികകൾ അടിയിലേക്ക് താഴുന്നില്ല. ലഘുവായ നിലംബിതവസ്തുക്കൾക്ക് താഴുന്നതിന് പ്രയാസവുമുണ്ട്. ഇക്കാരണത്താൽ കൊളോയ്ഡ് വസ്തുക്കളും നിലംബിതവസ്തുക്കളും വേർതിരിഞ്ഞ് കാണാവുന്നതരത്തിൽ അടയാളരേഖയൊന്നുമില്ല. പൊതുവായിപ്പറഞ്ഞാൽ, കലുഷത കൂടുതലാണെങ്കിൽ, വാഹിതമലത്തിനോ

*Redlich, H.M., "Problem of Tannery Waste Disposal", Jour. Leather Chem. Ass. 48, 1953, pp 422-36.

വിസർജ്യങ്ങൾക്കോ കരുത്ത് കൂടുതലാണെന്നും ദോഷഫലങ്ങളും അത നുസരിച്ച് രൂക്ഷമാകുമെന്നും കരുതാം. അതിനാൽ കലുഷതയുടെ തോത് മലിനീകരണത്തിന്റെ തീവ്രതയുടെ മാനദണ്ഡമായി സ്വീകരിക്കാം. കലു ഷതമാപനങ്ങൾ വെള്ളത്തിന് എത്രത്തോളം സംദൂഷണം അവശിഷ്ട പ്രവാഹങ്ങൾ കാരണം ഉണ്ടായിട്ടുണ്ടെന്ന് നിർണയിക്കാൻ സഹായക മാകുന്നു. അവ തന്നെ നദികളിലും അരുവികളിലും സംഭവിക്കുന്ന സ്വയം ശുദ്ധീകരണത്തിന്റെ ഗതി നിശ്ചയിക്കുവാനും ഉതകുന്നു. എന്നുവെച്ച് കലു ഷത ഇല്ലെങ്കിൽ ജലം നിർമ്മലമാണെന്ന് അർഥമില്ല. കലുഷത സൃഷ്ടി ക്കാത്ത ആസിഡുകളും വിഷവസ്തുക്കളുമുള്ളതിനാൽ, അവ കലർന്നി ട്ടുള്ള വെള്ളം സ്വച്ഛമായി കാണപ്പെട്ടുവെങ്കിലും, രൂക്ഷമായ മലിനീകരണം സംഭവിച്ചതായിരിക്കും. കലുഷജലം വ്യാവസായികാവശ്യങ്ങൾക്ക് മാത്ര മെന്നല്ല ഗാർഹികോപയോഗത്തിനും അപര്യാപ്തമാണ്. എന്തുകൊണ്ടെ ന്നാൽ അത്തരം ജലത്തിലുണ്ടാകാവുന്ന ഇരുമ്പും മാംഗനീസും കാരണം വസ്ത്രങ്ങളിലും ടബ്ബുകളിലും സിങ്കുകളിലും വാഷ്ബേസിനുകളിലും കറ കൾ പിടിക്കാനിടയുണ്ട്.

പത: സോപ്പ്, ഡിറ്റർജന്റ് എന്നിവയെപ്പോലെ പല പദാർഥങ്ങളും വെള്ളത്തിൽ പത ഉണ്ടാക്കുന്നവയാണ്. വെള്ളത്തിൽ നിലംബിതമായി നിൽക്കുന്ന വായുകുമിളകളാണ് പത. മുൻപ് പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ, നദീജലത്തിലും വാഹിതമല സംസ്കരണ സ്ഥാനങ്ങളിലും കാണപ്പെ ടുന്ന പതകൾക്ക് മുഖ്യകാരണം ഡിറ്റർജന്റുകളുടെ വർധിച്ചുവന്നിട്ടുള്ള ഉപയോഗമാണ്. ഇതിന് പുറമെ, കടലാസ്സ്, പൾപ്പ് എന്നിവ നിർമ്മിക്കുന്ന വ്യവസായശാലകളിൽ നിന്നുള്ളവയും അസംസ്കൃതവും ക്ഷാരീയവു മായ കാർബണിക വിസർജ്യങ്ങളും പതകളുടെ ചെറിയൊരംശത്തിന് കാര ണമാകുന്നു. ജലത്തിന്റെയും വാഹിതമലത്തിന്റെയും പ്രതലബലം (surface tension) താഴ്ത്തപ്പെടുന്നതുകൊണ്ടാണ് പതകൾ രൂപം കൊള്ളുന്നത്. ട്രൂസ്ഡേലിന്റെ (Truesdale, 1958)* അഭിപ്രായത്തിൽ, താരതമ്യേന ശുദ്ധ മായിട്ടുള്ള ജലത്തിലാണ് പതകൾ രൂപപ്പെടാനുള്ള പ്രവണത കൂടുതലു ള്ളത്. മലിനീകരണം കൂടുമ്പോൾ പത കുറയുന്നു. സംസ്കരണപ്രക്രിയ ആരംഭിക്കുന്നതോടെ വാഹിതമലത്തിലെ പതയുടെ തോത് ഉയരാൻ തുട ങ്ങുന്നു. അതിനാൽ വാഹിതമലസംസ്കരണം ആദ്യന്തം തടസ്സപ്പെടുന്നു. സംസ്കരണശാലയിൽനിന്ന് അന്തിമമായി പുറംതള്ളുന്ന വിസർജ്യ ത്തിൽപോലും ഗണ്യമായ അളവിൽ സിൻഡെറ്റുകൾ ബാക്കി നിൽക്കു ന്നതായി റിപ്പോർട്ട് ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. എന്തായാലും, പത നിയന്ത്രിക്കുന്ന തിന് പല ഉപായങ്ങളും നിർദിഷ്ടമായിട്ടുണ്ട്.

---

*Truesdale,G.A., "Foaming of liquids containing synthetic detergents" Water and waste Treatment Journal 7, 1958, pp. 108-111.

ചുവ: ഇരുമ്പ്, സ്വതന്ത്രമായ ക്ലോറിൻ, ഫിനോളുകൾ മുതലായ രാസവസ്തുക്കളടങ്ങിയ വ്യാവസായിക വിസർജ്യങ്ങൾ വെള്ളത്തിന് പ്രത്യേകമായ ചുവകളുണ്ടാക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി 0.1 പിപിഎം തോതിലുള്ള ഫെറസ് അയേൺ (ferrous iron) മഷിച്ചുവയുണ്ടാക്കും. സൗത്ത്ഗേറ്റിന്റെ അഭിപ്രായത്തിൽ (1948) ഏകദേശം 7 പിപിഎം തോതിൽ ഫിനോൾ അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ വെള്ളത്തിന് സ്വാദ് മാറ്റം വരും. ഫിനോൾ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള വെള്ളത്തിൽ ക്ലോറിൻ കലരുമ്പോൾ, ഒരു പ്രത്യേക സ്വാദും ഗന്ധവും ഉള്ള ക്ലോറോഫിനോളുകൾ രൂപംകൊള്ളുന്നു. മാംഗനീസ്, സിന്തറ്റിക് ഡിറ്റർജന്റുകൾ, എണ്ണകൾ, പെട്രോളിയം ഉല്പന്നങ്ങൾ, ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ എന്നിവയാണ് വെള്ളത്തിന് ചുവയുണ്ടാക്കുന്ന മറ്റ് പദാർഥങ്ങൾ. കാർബണികവസ്തുക്കളുടെ ജീർണം, ആൽഗകൾ, കൃമികൾ, തന്തുരൂപമുള്ള ബാക്ടീരിയങ്ങൾ എന്നിവയും ദുസ്വാദിന് കാരണമാണ്. ജലീയമായ ആക്ടിനോമൈസെറ്റീസ് (actinomycetes) വെള്ളത്തിന് ചെളിയുടെയോ വീഞ്ഞിന്റെയോ മണമോ രുചിയോ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ ചുവയുണ്ടാക്കുന്ന പദാർഥങ്ങളെ രാസീയമായ അവക്ഷേപണം, ക്ലോറിനേഷൻ, സക്രിയിതമായ കാർബൺ കൊണ്ടുള്ള സംസ്കരണം എന്നീ സാമ്പ്രദായിക ശുദ്ധീകരണ പ്രക്രിയകളിലൂടെ നീക്കിക്കളയാവുന്നതാണ്.

ഗന്ധം: നദീജലങ്ങൾക്ക് എന്തെങ്കിലും ഗന്ധമുണ്ടെങ്കിൽ അത് ഏറ്റവും ശ്രദ്ധേയമായ സവിശേഷതകളിലൊന്നായിത്തീരുന്നു. ഗന്ധത്തിന് ഹേതു സ്വതന്ത്ര ക്ലോറിൻ, ഫിനോളുകൾ, ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡ്, അമോണിയ മുതലായ രാസവസ്തുക്കളോ ആൽഗകൾ, സൂക്ഷ്മജീവികൾ മുതലായ ജൈവരൂപങ്ങളോ ആകാം. ഏറ്റവും സാധാരണമായി അനുഭവപ്പെടുന്ന ദുർഗന്ധം നദികളിലും മറ്റു ജലാശയങ്ങളിലും ചെറിയതോതിൽ ഉണ്ടാകുന്ന സൾഫൈഡുകൾ ആണ് സൃഷ്ടിക്കുന്നത്. ജലത്തിന്റെ pH മൂല്യം അനുസരിച്ചാണ് ഗന്ധത്തിന്റെ രൂക്ഷത. pH കുറവായിരുന്നാൽ, ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡ് കൂടുതലായി ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുകയും ദുർഗന്ധത്തിന്റെ ശല്യം കൂടുകയും ചെയ്യും. മലിനീകരണം സംഭവിച്ചിട്ടുള്ള നദികളിലെ ജലത്തിന്റെ ദുർഗന്ധം വാഹിതമലത്തിലും വ്യാപാരികാവശിഷ്ടങ്ങളിലുമുള്ള നൈട്രജൻ, സൾഫർ, ഫോസ്ഫറസ് എന്നിവയുടെ കാർബണികവും അകാർബണികവുമായ സംയുക്തങ്ങൾ, ജീർണിച്ച പ്രോട്ടീനുകൾ, ചീഞ്ഞ ജൈവപദാർഥങ്ങൾ എന്നിവ മൂലമാണുണ്ടാകുന്നത്. വ്യാവസായിക വിസർജ്യങ്ങളിൽപെട്ട കാർബണിക പദാർഥങ്ങൾ മിക്കതിനും (ഫിനോളുകൾ, ആൽക്കഹോളുകൾ, എസ്റ്ററുകൾ (esters), ആൽഡിഹൈഡുകൾ, കീറ്റോണുകൾ, സൾഫർ സംയുക്തങ്ങൾ) സവിശേഷഗന്ധമുള്ളതിനാൽ ആ ഗന്ധം അവ എത്തിച്ചേരുന്ന വെള്ളത്തിനും ലഭിക്കുന്നു.

ചിലതരം സൂക്ഷ്മജീവികളും ജലത്തിന്റെ ദുർഗന്ധത്തിന് ഉത്തരവാദികളാണെന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു. ഉദാഹരണമായി ദിനോബ്രിയോൺ (Dinobryon) എന്ന ആദിജീവി (Protozoa) വെള്ളത്തിന് മത്സ്യത്തിന്റേതു പോലെ മണമുണ്ടാക്കുന്നു. ഓസില്ലാട്ടോറിയ (Oscillatoria), റിവുലാറിയ (Rivularia) എന്നീ ആൽഗകൾ പൂപ്പൽ മണത്തിനും അനബേന (Anabaena) ആൽഗകൾ രൂക്ഷമായ തൃണസമാനഗന്ധത്തിനും കാരണമാകുന്നു. ഈ ഗന്ധങ്ങൾ അല്പമാത്രയിൽ വിമുക്തമാകുന്ന ബാഷ്പശീല തൈലങ്ങൾ ആണ് വമിക്കുന്നതെന്ന് ഫെയറും വിപ്പിളും (Fair and Whipple, 1927) അഭിപ്രായപ്പെടുന്നു.

ലണ്ടനിലെ 'Royal Commission on Sewage Disposal'* സംദൂഷിതമായ നദീജലങ്ങളിലുണ്ടാകുന്ന ഗന്ധങ്ങൾ താഴെ പറയുന്ന വിധം തരം തിരിച്ചിരിക്കുന്നു;

1. ജീർണനഗന്ധം (Putrid smell) (മുഖ്യമായി ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡുകൊണ്ട്)
2. മത്സ്യഗന്ധം (മിക്കവാറും കാർബണിക അമീനുകൾ കാരണം)
3. കീടഗന്ധം (ഫോസ്ഫറസ് സംയുക്തങ്ങളാകാം കാരണം)
4. മൺഗന്ധം (Earthy smell). (സസ്യങ്ങൾ ജീർണിച്ചുകലർന്നിട്ടുള്ള മണ്ണ് കാരണം)

കുടിവെള്ളത്തിനുണ്ടാകുന്ന ഗന്ധങ്ങൾ സക്രിയിതമായ കാർബൺ ഉപയോഗിച്ച് മാറ്റിക്കളയുവാൻ സാധിക്കും. ഗന്ധങ്ങൾ മാത്രമല്ല ചുവകളും അതുകൊണ്ട് മാറിക്കിട്ടുന്നു. ഗന്ധനിർമ്മാർജനത്തിന് മറ്റൊരു മാർഗം വായുമിശ്രണമാണ് (aeration). ക്ലോറിൻ, ക്ലോറിൻ ഡയോക്സൈഡ്, ഓസോൺ എന്നിവയും ഇതിനായി ഉപയോഗിക്കാം. പ്രത്യേകിച്ച്, ചില വ്യാവസായിക വിസർജ്യങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്ന ഗന്ധങ്ങൾ മാറ്റിക്കളയാൻ ക്ലോറിനേഷൻ ഫലപ്രദമായ മാർഗമാകുന്നു.

ജലമലിനീകരണത്തിന്റെ നിയന്ത്രണം

ജലമലിനീകരണത്തിന്റെ പൊതുവായ സ്രോതസ്സുകൾ, സ്വഭാവം, പ്രഭാവങ്ങൾ എന്നിവയെപ്പറ്റിയാണ് ഇതുവരെ നാം പ്രതിപാദിച്ചത്. ജലമലിനീകരണത്തിന്റെ നിവാരണം, സംസ്കരണ രീതികൾ, നിയന്ത്രണം എന്നിവ ചർച്ചചെയ്തിട്ടില്ല. സംസ്കരണരീതികൾ സംദൂഷക സ്രോതസ്സനുസരിച്ച് വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു. അതിനാൽ മലിനീകരണപ്രശ്നം കുറെക്കൂടി വിശദമായി പ്രതിപാദിക്കേണ്ടതുണ്ട്, വ്യക്തമായി മനസ്സിലാക്കാൻ,

*Royal Commission on Sewage Disposal, 8th Report, Vol II, Appendix. 1909-12 കാലത്തുനടത്തിയ നദീജലനിരീക്ഷണ ഫലങ്ങളുടെ റിപ്പോർട്ട്. Part 2, sec 4, page 110 & 6943. Her Majesty's Stationery Office, London, 1918.

മലിനീകരണത്തെ മൂന്നു തരമാക്കി തിരിക്കാം.

1. ജലമലിനീകരണം – നഗരജന്യം
2. ജലമലിനീകരണം – വ്യാവസായികം
3. ജലമലിനീകരണം – കാർഷികം.

ജലഗുണതയുടെ മാനകങ്ങളെയും വിശ്ലേഷണവശങ്ങളെയും പറ്റി വായനക്കാർക്ക് പൊതുവായ കാര്യങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കുന്നതിനുവേണ്ടി, 'ജലഗുണതാമാപനം' എന്നൊരു പ്രത്യേക ഖണ്ഡം ഒടുവിൽ കൊടുത്തിട്ടുണ്ട്. എല്ലാ ഖണ്ഡങ്ങളിലും സംക്ഷിപ്തമായ ചർച്ചകളേ ഉള്ളു. കൂടുതൽ അറിയണമെന്ന് താല്പര്യമുള്ളവർ റഫറൻസ് കോളത്തിൽ കൊടുത്തിട്ടുള്ള പ്രസിദ്ധീകരണങ്ങൾ നോക്കുക.

ജലമലിനീകരണം: നഗരജന്യം

ചെറുതും വലുതുമായ എല്ലാ നഗരങ്ങൾക്കും മതിയായ തോതിലും ജലത്തിന്റെ ശുദ്ധത ഉറപ്പ് വരുത്തിക്കൊണ്ടുള്ള ജലവിതരണം ആവശ്യമാണ്. ജലവിതരണമുണ്ടായാൽ, അഴുക്ക് വെള്ളം നീക്കിക്കളയാനുള്ള സംവിധാനം അതോടൊപ്പം ഉണ്ടായിരിക്കണം. പുതിയ നഗരങ്ങൾ രൂപംകൊള്ളുകയും പഴയവ വലുതാവുകയും ചെയ്തിട്ടുള്ളതിനാൽ വാഹിതമലം കൈകാര്യം ചെയ്യാനും സംസ്കരിക്കാനുമുള്ള ഏർപ്പാടുകൾ പ്രത്യേകമായി വേണ്ടിവന്നിട്ടുണ്ട്. ഈ ഖണ്ഡത്തിൽ നഗരപ്രദേശങ്ങളിലെ വാഹിതമലത്തിന്റെ ഘടനയും പ്രഭാവവും സംസ്കരണരീതികളും പ്രതിപാദിക്കുന്നു.

കക്കൂസുകൾ, കുളിമുറികൾ, അടുക്കളകൾ, അലക്കുശാലകൾ, ലാബറട്ടറികൾ മുതലായവയിൽ നിന്ന് പുറത്തുവിടുന്ന അവശിഷ്ടങ്ങളാണ് വാഹിതമലത്തിന് രൂപംനൽകുന്നത്. ഇതോടൊപ്പം വ്യവസായശാലകൾ, വ്യാപാരസ്ഥലങ്ങൾ എന്നിവയിൽ നിന്നുള്ള അവശിഷ്ടങ്ങളും പാർപ്പിടങ്ങൾ, ആസ്പത്രികൾ, സ്കൂളുകൾ എന്നിവയിൽ നിന്നുള്ള വെള്ളവും കൂടിയുണ്ട്. വാഹിതമലമെന്ന് പൊതുവെ അറിയപ്പെടുന്നത്, ധാതുപരവും ജൈവവുമായ പദാർഥങ്ങളുടെ, സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞതും കലങ്ങിയതുമായ ഒരു ജലലായനിയാണ്. പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നതോ, നിലംബിതമോ, കൊളോയ്ഡ് അല്ലെങ്കിൽ സ്യൂഡോകൊളോയ്ഡ് (Pseudocolloid) മട്ടിൽ വ്യാപിച്ചിരിക്കുന്നതോ ആയിട്ടുള്ള, ചെറുതുംവലുതുമായ ഖരകണങ്ങൾ അതിൽപെടുന്നു. മൂത്രം, മലം, സോപ്പുകലർന്ന അവശിഷ്ടങ്ങൾ, ആഹാരസാധനങ്ങൾ, കടലാസ്, ചെളി എന്നിവ ചേർന്നിട്ടുള്ള അഴുക്ക് വെള്ളമാണ് ഗാർഹികവാഹിതമലത്തിന്റെ മുഖ്യമായ ഭാഗം. ഈ ജഡവസ്തുക്കൾക്ക് പുറമേ അതിൽ സജീവപദാർഥങ്ങളുമുണ്ട്–പ്രത്യേകിച്ച് ബാക്ടീരിയങ്ങൾ, വൈറസുകൾ, ആദിജീവികൾ എന്നിവ. വാഹിതമലത്തിന്റെ

ഘടനയ്ക്കും പ്രകൃതിക്കും രാജ്യമോ നഗരമോ മാറുന്നതനുസരിച്ച് വ്യത്യാസം കാണാം. ഇതിന് കാരണം, ജനങ്ങളുടെ ജീവിതചര്യ, ആഹാരം, ജലവിനിയോഗം, വ്യാവസായികവിസർജ്യങ്ങളുടെ ഘടന എന്നിവയിൽ ഗണ്യമായ വ്യത്യാസങ്ങളുള്ളതാണ്. വാഹിതമലത്തിൽ ഖരപദാർഥം, കാഴ്ചയിൽ വളരെ അധികമുണ്ടെന്ന് തോന്നുമെങ്കിലും, യഥാർഥത്തിൽ വളരെ കുറവാണ്. കാർബണികവും അകാർബണികവുമായ ശുഷ്കഖരപദാർഥം മുഴുവനും എടുത്താൽ അതു ഏകദേശം 0.1 ശതമാനമേ ഉണ്ടാകൂ. ബാക്കി 99.9 ശതമാനം വെള്ളം മാത്രമാണ്. കെട്ടിനിൽക്കുന്ന, ഗാർഹികമായ വാഹിതമലത്തിൽ കാർബണും നൈട്രജനും തമ്മിലുള്ള അനുപാതം, കാർബണിതപദാർഥങ്ങൾ ധാരാളമടങ്ങുന്ന വ്യാവസായികാവശിഷ്ടങ്ങളിലേക്കാൾ കുറവാണ്. വാഹിതമലത്തിൽ സാധാരണയായി രണ്ടുതരത്തിലാണ് നൈട്രജൻ ഉള്ളത്. സ്വതന്ത്രമെന്നും ലവണീയമെന്നും വിശേഷിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന അമോണിയാമയ നൈട്രജൻ ആകെയുള്ള നൈട്രജന്റെ ഏകദേശം 50 മുതൽ 75 വരെ ശതമാനമുണ്ടാകും. കാർബണികമായ ബന്ധമുള്ള നൈട്രജൻ മുഖ്യമായും പ്രോട്ടീൻ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള വസ്തുക്കളിൽ നിന്നാണ് ഉത്ഭവിക്കുന്നത്. ഗാർഹികവാഹിതമലത്തിൽ വലിയ തോതിൽ മൂത്രം അടങ്ങിയിരിക്കും. 2.5 ശതമാനം യൂറിയ, 1 ശതമാനം സോഡിയം ക്ളോറൈഡ്, സങ്കീർണഘടനയുള്ള മറ്റ് ചില കാർബണിക പദാർഥങ്ങൾ എന്നിവയാണ് മൂത്രത്തിലടങ്ങിയിട്ടുള്ളത്. അനേകം വ്യാവസായികാവശിഷ്ടങ്ങളിൽ നിന്നുകൂടി സോഡിയം ക്ളോറൈഡ് വ്യുൽപന്നമാകുന്നുണ്ട്. ഇതിന് പുറമെ കാൽസിയത്തിന്റെയും സോഡിയത്തിന്റെയും സൾഫേറ്റുകൾ, ബൈകാർബണേറ്റുകൾ എന്നീ അകാർബണിക ഘടകങ്ങളും വാഹിതമലത്തിലുണ്ടാകാം.

സിന്തറ്റിക്ക് ഡിറ്റർജന്റുകളെപ്പറ്റി പ്രത്യേകം പ്രസ്താവിക്കേണ്ടതുണ്ട്. അവ ഈയിടെയാണ് നിർമ്മിക്കപ്പെട്ട് തുടങ്ങിയത്. അതിനാൽ ഇക്കാലത്ത് വാഹിതമലത്തിൽ ഗണ്യമായ അളവിൽ സിന്തറ്റിക് ഡിറ്റർജന്റുകൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. പ്രതലക്ഷാളന ശേഷിയുള്ള വസ്തുക്കൾക്ക് പുറമെ അവ സോഡിയത്തിന്റെ ഫോസ്ഫേറ്റുകളെയും മറ്റു 'നിർമ്മിതി പദാർഥ'ങ്ങളെയും (builders) കൂടി സംഭാവന ചെയ്യുന്നു. ഗാർഹികാവശിഷ്ടങ്ങളും മലവും മുഖ്യമായും കൊഴുപ്പുകൾ, സോപ്പുകൾ, പ്രോട്ടീനുകൾ, കാർബോഹൈഡ്രേറ്റുകൾ എന്നിവയാണ് ഉൾക്കൊള്ളുന്നത്. ഇവ വാഹിതമലത്തിൽ നിലംബനരൂപത്തിലോ, കൊളോയ്ഡുകളായോ, യഥാർഥ വിലയനമായോ വർത്തിക്കുന്നു. ഇതിന് പുറമെ ഗാർഹികമായ വാഹിതമലത്തിൽ ചെമ്പ്, ക്രോമിയം, സിങ്ക്, മാംഗനീസ്, കറുത്തീയം, നിക്കൽ മുതലായ ലോഹങ്ങളും സൂക്ഷ്മമാത്രയിൽ അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടെന്ന് ലണ്ടനിലെ 'ജലമലിനീകരണ ഗവേഷണ ലബോറട്ടറി' പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയ

റിപ്പോർട്ടിൽ കാണുന്നു.

വൈവിധ്യമാർന്ന വിഘടനീയപദാർഥങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യം കാരണം വാഹിതമലം ബാക്ടീരിയങ്ങളുടെ വളർച്ചയ്ക്ക് അത്യന്തം യോജിച്ച ഒരു മാധ്യമമാണ്. ബാക്ടീരിയങ്ങൾ എല്ലായിടത്തും ഉണ്ടെങ്കിലും, അതിന്റെ പരിമാണം വാഹിതമലത്തിൽ ഭീമമാണ്. നിരുപദ്രവമായ സാപ്രോഫൈ റ്റിക്ക് ബാക്ടീരിയങ്ങൾക്ക് പുറമെ അതിൽ പാത്തോജനിക്ക് ബാക്ടീരി യങ്ങളുമുണ്ട്. ഇതിൽ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ടവ വിബ്രിയോ കോളറേ (vibrio cholera- കോളറയ്ക്ക് കാരണം) സാൽമൊനെല്ല ടൈഫൈ (salmonella typhi-ടൈഫോയിഡിന് കാരണം) ഷിഗെല്ല ഡിസെൻടേരിയേ (shigella dysentariae-ബാസിലറി അതിസാരത്തിന് കാരണം) എന്നിവയാണ്. സംസ്ക്കരണത്തിന് ശേഷവും മിക്കപ്പോഴും വാഹിതമലത്തിൽ ഇവ നില നിൽക്കുന്നതിനാൽ, അവ നദീജലങ്ങളിൽ വന്ന് ചേർന്ന് കലരാനുള്ള സാ ധ്യത വളരെ കൂടുതലാണ്. അതിനാൽ സുരക്ഷിതത്വം സംപൂർണമാക ണമെങ്കിൽ ക്ളോറിനേഷൻ ആവശ്യമാണ്. പക്ഷേ ഒരു വസ്തുത ഓർക്കേ ണ്ടതുണ്ട്: രോഗകാരകങ്ങളായ ബാക്ടീരിയങ്ങൾക്ക് ജലത്തിൽ ആയുസ്സ് കുറവാണ്; അത്ര പ്രതിരോധശേഷിയുമില്ല. ഇവയ്ക്ക് പുറമെ മനുഷ്യ രിൽ പലതരം കീടങ്ങളുടെ മുട്ടകളും ലാർവകളും പരജീവികളായി വർത്തി ക്കുന്നതിനാൽ, അവയും മലത്തിലൂടെ വിസർജിക്കപ്പെട്ട് ചെന്നെത്തുന്ന വെള്ളത്തെ മലിനമാക്കുന്നു.

വാഹിതമലത്തിന്റെ ദൂഷ്യഫലങ്ങൾ

വാഹിതമലത്തിൽ ഓക്സീകരണത്തിനും കിണ്വനത്തിനും വിധേയമാ കുന്ന പദാർഥങ്ങൾ, അവ കെട്ടിക്കിടക്കുന്ന വെള്ളത്തിലുള്ള വിലയിത ഓക്സിജൻ മുഴുവനും തീർത്തുകളയുന്നു. തന്മൂലം ജലീയ ജീവികൾക്ക് ഹാനി സംഭവിക്കുന്നു. എന്ന് മാത്രമല്ല ഓക്സിജന്റെ അളവ് കുറയു മ്പോൾ, ദുർഗന്ധങ്ങൾ ഉൽഭവിക്കുകയും ചെയ്യും. വൻതോതിൽ നിലം ബിതമായി നിൽക്കുന്ന പദാർഥങ്ങൾ ഗുരുതരമായ പ്രശ്നങ്ങൾക്കും കാര ണമാകും. നിലംബിത പദാർഥങ്ങൾ പുഴയുടെ അടിത്തട്ടിൽ നിക്ഷിപ്ത മായിട്ടോ, അണക്കെട്ടുകളിൽ തങ്ങി അവപങ്കമായോ നിലനിൽക്കാനിട യുണ്ട്. ഇത് പ്രബലമായ കാർബണിക സ്വഭാവമുള്ളതാണെങ്കിൽ, ചീയു വാൻ തുടങ്ങുന്നു. ഇത് കൊണ്ട് രൂപംകൊള്ളുന്ന വാതകങ്ങൾ ഖരാവശി ഷ്ടങ്ങളെ മുകളിലേക്കു തള്ളുന്നതിനാൽ, ദുർഗന്ധം വമിക്കുന്ന വസ്തു ക്കൾ ജലോപരിതലത്തിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കുവാൻ ഇടയാകും. കൂടാതെ, നിലംബിതവസ്തുക്കൾ സൃഷ്ടിക്കുന്ന ആവരണംമൂലം, മത്സ്യങ്ങളുടെ അണ്ഡജനനം തടസ്സപ്പെടുകയും, മത്സ്യങ്ങൾക്ക് ആഹാരമായിട്ടുള്ള ഇത രജീവികളുടെ എണ്ണം തന്നെ കുറയുകയും ചെയ്യും. ഇതിന് പുറമെ

മനുഷ്യർക്കും മൃഗങ്ങൾക്കും ഗുരുതരമായ രോഗങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്ന അതിസൂക്ഷ്മജീവികൾ വെള്ളത്തിലെത്തിച്ചേരുന്നതിനും വാഹിതമലം കാരണമാകുന്നു.

വാഹിതമല സംസ്കരണം

വാഹിതമലസംസ്കരണത്തിന്റെ ലക്ഷ്യം, ബിഒഡി (BOD), ഫോസ്ഫറസ്, നൈട്രജൻ, ഖരവസ്തുക്കൾ, ബാക്ടീരിയങ്ങൾ എന്നിവയെ ഇല്ലാതാക്കുക എന്നതാണ്. സംസ്കരണരീതികൾ പൊതുവെ മൂന്ന് തരമാണ്.

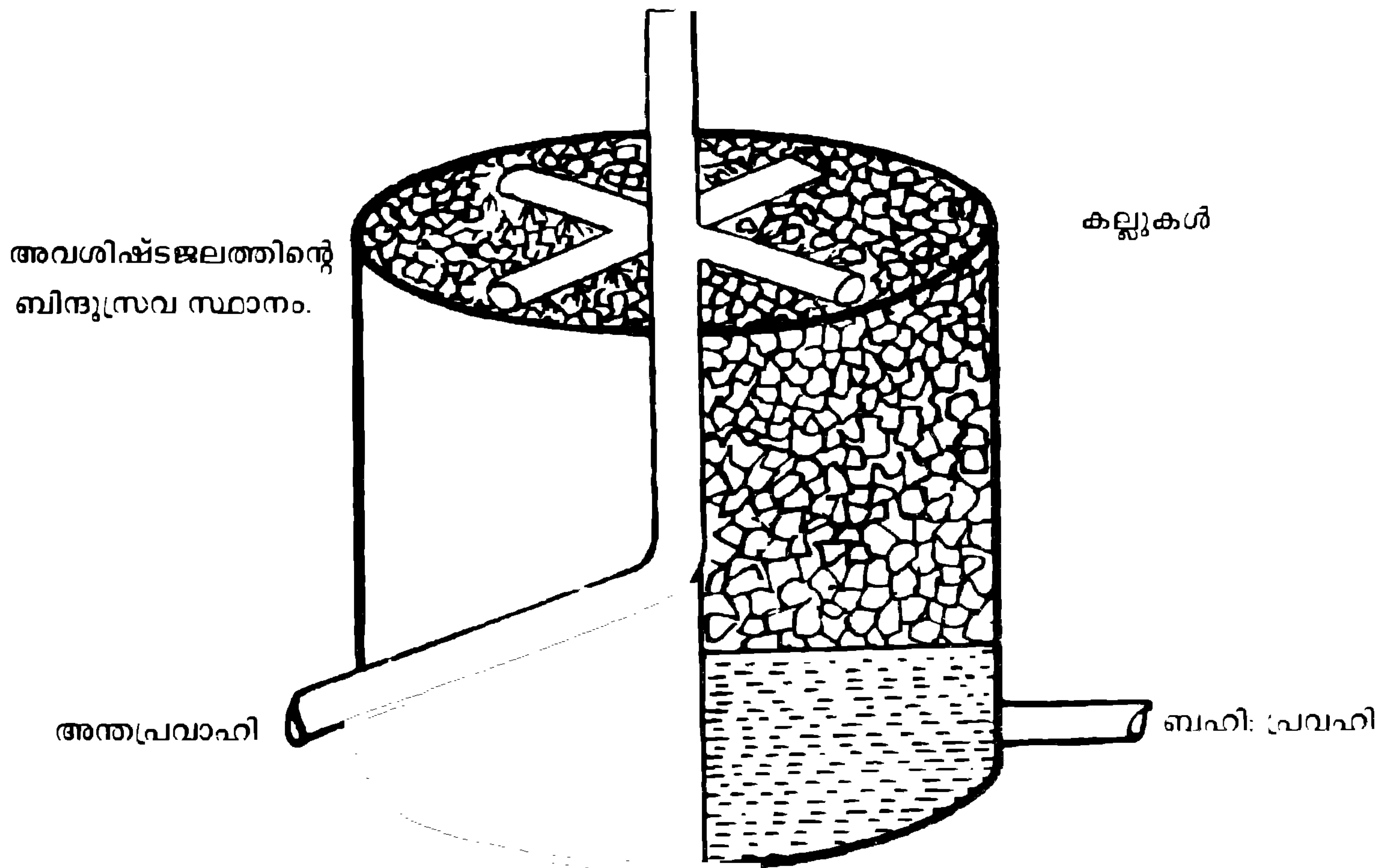
1. പ്രാഥമിക സംസ്കരണം : സാധാരണമായി യാന്ത്രികപ്രക്രിയകൾ
2. ദ്വിതീയസംസ്കരണം : ജൈവികപ്രക്രിയകൾ
3. തൃതീയസംസ്കരണം : ജൈവികവും രാസീയവും ഭൗതികവുമായ അഗ്രിമ സാങ്കേതികപ്രക്രിയകൾ

പ്രാഥമിക സംസ്കരണം

പ്രാഥമിക സംസ്കരണത്തിൽ നിർവഹിക്കപ്പെടുന്നത് അരിക്കൽ അല്ലെങ്കിൽ വിവിക്തീകരണം (screening), പൊടിക്കൽ, ഊർണനം (flocculation) അവസാദനം (sedimentation) എന്നിവയാണ്. പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നതോ നിലംബിതമോ ആയ, വലിപ്പംകൂടിയ, സാധനങ്ങൾ – കടലാസ്സ്, കീറത്തുണി, മരക്കഷണങ്ങൾ, കമ്പികൾ മുതലായവ – നീക്കിക്കളയുന്നതിനുള്ള ഉപാധിയാണ് അരിക്കൽ. അരിക്കുന്ന സംവിധാനത്തിന് രണ്ട് പ്രത്യേക ഭാഗങ്ങളുണ്ട്. ആദ്യത്തേത് സ്ഥൂലതിരസ്കരിണി. ഇതിൽ 25 എംഎം മുതൽ 50 എംഎം വരെ അകലത്തിൽ ലോഹദണ്ഡുകളോ കട്ടിയുള്ള കമ്പികളോ നിരത്തിയിരിക്കും. രണ്ടാമത്തേത് സൂക്ഷ്മ തിരസ്കരിണി. മേൽപറഞ്ഞ അകലത്തിൽ നിന്ന് തുടങ്ങി കീഴ്പോട്ട് 0.8 എംഎം വരെ വലിപ്പത്തിൽ ദ്വാരങ്ങൾ ഉള്ള പലതരവും ഇതിലുണ്ട്. അരിച്ച് മാറ്റുന്ന വസ്തുക്കൾ സാധാരണമായി ഭസ്മീകരിക്കുകയാണ് പതിവ്. ഖരപദാർഥങ്ങളെ 6 എംഎം-നേക്കാൾ കുറഞ്ഞ വലിപ്പത്തിൽ വെട്ടിനുറുക്കുന്ന പല്ലുകൾ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളതും തിരിയുന്നതുമായ സ്ക്രീനുകളാണ് ഗ്രൈൻഡറുകളിലുള്ളത്. ചെറിയ നിലംബിത കണങ്ങൾ കട്ടകളായി രൂപപ്പെടുന്നതിന് പറ്റിയ വിധത്തിലുള്ള ഒരു മഥനമാണ് ഊർണനം. കട്ടകൾ എളുപ്പത്തിൽ അടി

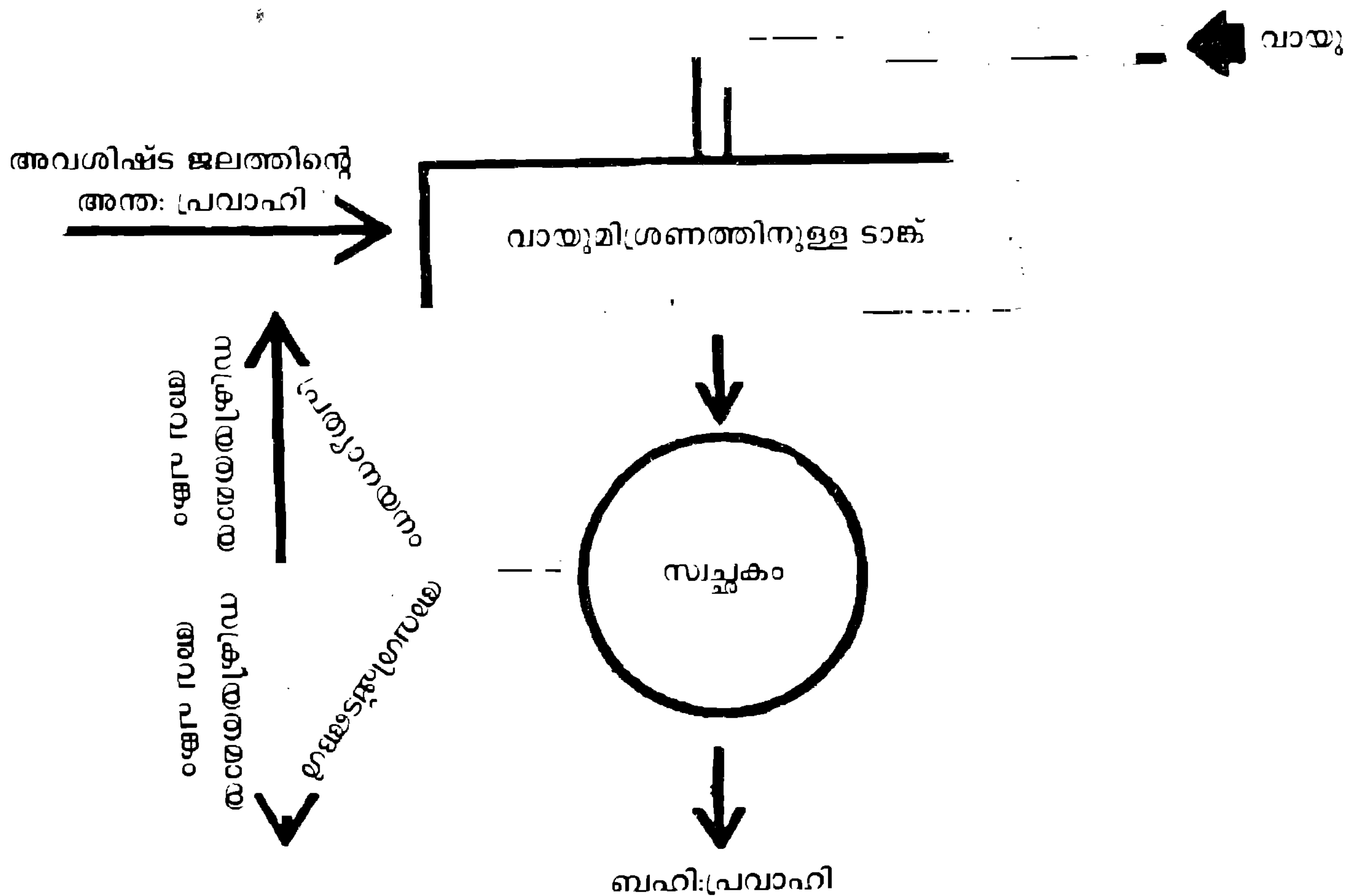
* BOD – Biochemical Oxygen Demand (ജൈവരാസീയമായി ഓക്സിജന് വേണ്ടിയുള്ള ചോദനം)

* COD – Chemical Oxygen Demand രാസീയമായി ഓക്സിജനുള്ള ചോദനം



ചിത്രം 8 ബിന്ദു സ്രവങ്ങളടങ്ങിയ ഫിൽട്ടറിന്റെ ഛേദദൃശ്യം

യിലേക്ക് താഴ്ന്നു പോവുന്നു. അവസാദനമാണ് പിന്നത്തെ മാർഗം. നിലം
ബിത ഖരവസ്തുക്കൾ സ്വയം ഗുരുത്വാകർഷണശക്തിക്ക് വിധേയമായി



ചിത്രം 9. സക്രിയിതമായ അവപങ്കത്തിന്റെ സംസ്കരണവ്യവസ്ഥ

താഴ്ന്ന് അടിഞ്ഞ് കൂടുന്ന പ്രക്രിയയാണിതിൽ. പ്രാഥമിക സംസ്കരണത്തിന്റെ ഫലമായി, ആകെയുള്ള ഖരപദാർഥം, ബിഒഡി, സിഒഡി* ആകെയുള്ള നൈട്രജൻ, ആകെയുള്ള ഫോസ്ഫറസ് എന്നിവയിൽ യഥാക്രമം ഏകദേശം 60 ശതമാനം, 35 ശതമാനം, 30 ശതമാനം, 20 ശതമാനം, 10 ശതമാനം എന്ന തോതിൽ കുറവുണ്ടാകാമെന്ന് അമേരിക്കൻ കെമിക്കൽ സൊസൈറ്റിയുടെ ഒരു റിപ്പോർട്ടിൽ കാണുന്നു.

ദ്വിതീയ സംസ്കരണം

ഇതിലടങ്ങിയിരിക്കുന്നത് ജൈവിക മാർഗങ്ങളുടെ പ്രയോഗമാണ്–പ്രത്യേകിച്ച് ബിന്ദുസ്രവങ്ങൾ (trickling) ഉൾക്കൊള്ളുന്ന അരിപ്പകളുടെയും സക്രിയതമായ അവപങ്കത്തിന്റെ സംസ്കരണപ്രക്രിയകളുടെയും. ബിന്ദുസ്രവങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചു കൊണ്ടുള്ള സംസ്കരണം ഒരു ജൈവികപ്രക്രിയയാണ്. മുഖ്യമായും ഇതിൽ, വിലേയമോ നിലംബിതമോ ആയ പദാർഥങ്ങൾ അവശിഷ്ടജലത്തിൽ നിന്ന് ശ്ലേഷ്മിജീവാണുക്കൾ (zoogloea) അടങ്ങിയ ചെളിയിലേക്ക് അവശോഷിതമോ അധിശോഷിതമോ ആകുന്നു. അരിപ്പയിൽ വെള്ളം ഇറ്റു വീഴുന്ന സ്തരങ്ങളിൽ രൂപം പ്രാപിച്ച് വലുതാവുന്നതാണ് ഈ ചെളി. ഇവിടെ വെള്ളത്തിലുള്ള വസ്തുക്കൾ വിഘടിക്കപ്പെടുകയും, വിലേയമോ അവപങ്കരൂപം കൈക്കൊള്ളുന്നതോ ആയ പദാർഥങ്ങൾ ഉദ്ഗ്രഥിതമാവുകയും ചെയ്യുന്നു. വിഘടനത്തിന്റെയും ഓക്സീകരണത്തിന്റെയും പ്രക്രിയകൾ നിർവഹിക്കുന്നത് ബാക്ടീരിയങ്ങൾ, ഫംഗസ്സുകൾ, ആദിജീവികൾ എന്നിവയും അവയെ തിന്നുകൂടുന്ന മറ്റു ജീവികളുമാണ്. ഏതായാലും ഇതിന്റെ ഫലമായി, വസ്തുക്കൾ അനിയന്ത്രിതമായി അടിഞ്ഞുകൂടി ദ്വാരങ്ങൾ അടഞ്ഞ് പോവാനുള്ള സാധ്യത ഇല്ലാതാവുന്നു. അവശിഷ്ടജലം അരിപ്പയുടെ തട്ടുകളിലേക്ക് കടത്തിവിടുമ്പോൾ അത് അവിടെ നിറച്ചിട്ടുള്ള കല്ലുകളുടെയോ മറ്റു വസ്തുക്കളുടെയോ ഇടയിൽ കൂടി ഇറ്റിറ്റ് താഴേക്കിറങ്ങുന്നു. ഈ കല്ലുകളുടെയും മറ്റും ഉപരിതലത്തിലാണ് ശ്ലേഷ്മിജീവാണുക്കൾ നിറഞ്ഞ പങ്കം ക്രമേണ രൂപം കൊള്ളുന്നത്. ഈ പങ്കം കട്ടി പ്രാപിക്കുമ്പോൾ അവിടെ നിന്നു അടർത്തിമാറ്റിക്കളയുന്നു.

വെള്ളത്തെ തുള്ളികളായി വീഴ്ത്തുന്ന അരിപ്പകളേക്കാൾ കൂടുതൽ പ്രചാരത്തിലുള്ളത് സക്രിയതമായ അവപങ്കപ്രക്രിയകളാണ്. ഇവയിൽ, സൂക്ഷ്മജീവികൾ വളരുന്ന ഒരു ദ്രാവകം കാർബണികാവശിഷ്ടങ്ങളിലൂടെ ഓക്സിജന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ വ്യാപരിപ്പിക്കുന്നു. വായുമിശ്രണത്തിന്റെ ഉത്തേജനം കാരണം അവപങ്ക കണികകൾ വായവജീവികൾക്ക് വളരുവാൻ ഉതകുന്ന ഒരു മാധ്യമമായി മാറുന്നു. ഇതുകൊണ്ട് സാമാന്യം

* COD - Chemical Oxygen Demand (രാസീയമായി ഓക്സിജനുള്ള ചോദനം)

വലിയതോതിൽ സക്രിയതമായ അവപങ്കത്തെ സഞ്ചയിപ്പിച്ചും വിസരിപ്പിച്ചും സംസ്കരണം നടത്തുവാൻ സാധിക്കും. വാസ്തവത്തിൽ പ്രാകൃതികജലത്തിൽ സംഭവിക്കുന്ന സ്വയംശുദ്ധീകരണപ്രക്രിയയുടെ തത്വം തന്നെയാണ് ഇതിലുള്ളതും. ഇതിനുള്ള വ്യത്യാസം, അവശിഷ്ടജലത്തെ കലക്കുകയും കൃത്രിമമാർഗങ്ങളിലൂടെ ശക്തമായി വായുമിശ്രണം നടത്തുകയും ചെയ്യുന്നു എന്നതിലാണ്. അതുകൊണ്ട്, സക്രിയിതമായ കട്ടകൾ നിലംബിതമായി നിൽക്കുന്നു; അവശിഷ്ടവസ്തുക്കളും അവപങ്കവും തമ്മിൽ സമ്പൂർണമായി, വിലയിത ഓക്സിജന്റെ സാന്നിധ്യത്തിൽ, സദാ മിശ്രണം ചെയ്യപ്പെട്ടു കൊണ്ടിരിക്കുകയും ചെയ്യും. സക്രിയിതമായ അവപങ്കപ്രക്രിയയിൽ ഉള്ള അടിസ്ഥാനപ്രതിഭാസം ബസ്വെൽ (Buswell), ലോങ് (Long) എന്നിവർ വിവരിക്കുന്നതിപ്രകാരമാണ്.

"സൂക്ഷ്മജീവികൾ വാഹിതമലത്തിലുള്ള കാർബണികവസ്തുക്കളെ ദഹിപ്പിച്ച് സ്വാംശീകരിച്ചശേഷം വീണ്ടും ഉദ്ഗ്രഥനത്തിലൂടെ ജൈവിക പുഞ്ജങ്ങൾക്ക് രൂപം നൽകുന്നു. ഈ പരിവർത്തനത്തിൽ ജലത്തിന്റെ ശുദ്ധീകരണം സംഭവിക്കുന്നു. കാർബണികപദാർഥങ്ങളെ കൊളോയ്ഡീയമോ, വിലയനം കൊണ്ട് പരിക്ഷിപ്തമോ ആയിട്ടുള്ള അവസ്ഥയിൽ നിന്ന്, ജലത്തിന്റെ അടിയിലേക്ക് താഴ്ന്നു കൂടുന്ന രൂപത്തിലേക്ക് മാറ്റിയെടുക്കുക എന്നതാണ് ഈ പ്രക്രിയ."

സക്രിയതമായ അവപങ്കപ്രക്രിയയും, ബിന്ദുസ്രവങ്ങളുപയോഗിച്ചുള്ള അരിക്കലും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം, ആദ്യത്തേതിൽ സക്രിയമായ ശ്ലേഷ്മജീവിസഞ്ചയത്തിന് പ്രത്യേകമാധ്യമം ഒന്നും ഇല്ലെന്നതാണ്.

ദ്വിതീയസംസ്കരണത്തിന് ശേഷമുള്ള അവപങ്കം എടുത്തുമാറ്റിക്കളയുന്നതെങ്ങനെ എന്നത് മറ്റ് ചില പ്രധാനപ്പെട്ട പ്രശ്നങ്ങൾ അവതരിപ്പിക്കുന്നു. അവപങ്കം കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നതിന് പല മാർഗങ്ങളുണ്ട്. ഏറ്റവും മെച്ചപ്പെട്ടത്, അവപങ്കം സാന്ദ്രതരമാക്കിയശേഷം ജൈവികദഹനവിധേയമാക്കുക എന്നതാണ്. വെള്ളം ഊറ്റിക്കളഞ്ഞശേഷം മണൽത്തട്ടുകളിൽ പരത്തി അവപങ്കം ഉണക്കുക എന്നതാണ് മറ്റൊരു മാർഗം. ഉണങ്ങിയ അവപങ്കം പിന്നീട് ഭസ്മീകരിക്കുകയാണ് പതിവ്. അത് കമ്പോസ്റ്റ് ആക്കി മാറ്റുന്ന സമ്പ്രദായവും ഇല്ലാതില്ല. അത് മറ്റ് വസ്തുക്കളോടൊപ്പം വൃത്തികേടില്ലാതെ ഭൂമി നികത്തിയെടുക്കുന്നതിനുള്ള പദാർഥമായും ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്.

പ്രാഥമികവും ദ്വിതീയവുമായ സംസ്കരണങ്ങൾ കഴിയുന്നതോടെ വെള്ളത്തിൽ ബി ഒ ഡി ഏകദേശം 90 ശതമാനവും, സി ഒ ഡി 80 ശതമാനവും ആകെയുള്ള നൈട്രജൻ 50 ശതമാനവും, ആകെയുള്ള ഫോസ്ഫറസ് 30 ശതമാനവും കുറഞ്ഞുപോവുന്നു. നിലംബിതവസ്തുക്കളുടെ കുറവ് ഏകദേശം 90 ശതമാനമാണെന്ന് കണക്കാക്കിയിട്ടുണ്ട്.

പ്രാഥമിക-ദ്വിതീയ-സംസ്കരണരീതികൾ ആവിഷ്കരിച്ച് വികസിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളത് മുഖ്യമായും ബി ഒ ഡിയും നിലംബിത വസ്തുക്കളും കുറയ്ക്കുന്നതിനാണ്. ഇവിടെ ശ്രദ്ധേയമായിട്ടുള്ള ഒരു കാര്യം, ഈ സംസ്കരണങ്ങളുടെ കാര്യക്ഷമതയെ സാരമായി ബാധിക്കുന്ന ഘടകങ്ങളിലൊന്ന് താപനിലയാണ് എന്നതത്രേ. തണുപ്പുകാലങ്ങളിൽ പലപ്പോഴും ദ്വിതീയ സംസ്കരണം വേണ്ടപോലെ ഫലപ്രദമാവുന്നില്ല.

തൃതീയസംസ്കരണം

തൃതീയസംസ്കരണത്തിന്റെ ലക്ഷ്യം അവശിഷ്ടജലത്തെ പിന്നെയും ശുദ്ധീകരിക്കുക എന്നത് മാത്രമല്ല അതിന്റെ പുനശ്ചക്രണം സാധ്യമാക്കുക എന്നത് കൂടിയാണ്. ജലവിതരണത്തിന്റെ ചെലവ് വർധിച്ച് വരുന്നതിനാൽ, അവശിഷ്ടജലം പുനശ്ചക്രണം ചെയ്യുന്നതിന് നാം നിർബന്ധിതരാവുന്നു. ജലക്ഷാമമുള്ള അനേകം പ്രദേശങ്ങളിൽ അവശിഷ്ടജലം പുനശ്ചക്രണം ചെയ്ത് പല ആവശ്യങ്ങൾക്കും ഉപയോഗിച്ച് വരുന്നുണ്ടുതാനും. ഒന്നും രണ്ടും സംസ്കരണങ്ങൾ കഴിഞ്ഞശേഷമേ തൃതീയസംസ്കരണം നിർവഹിക്കാവൂ എന്നില്ല. പൂർണ സംസ്കരണത്തിന്റെ ഏത് ഘട്ടത്തിലും അത് പ്രയോഗിക്കാവുന്നതാണ്. പ്രാഥമികവും ദ്വിതീയവുമായ സംസ്കരണത്തേക്കാൾ കാര്യക്ഷമമായി മാലിന്യകാരകങ്ങളെ നിർമ്മാർജനം ചെയ്യുക എന്നതാണ് ഇതിന്റെ മുഖ്യമായ ഉദ്ദേശ്യം.

അവശിഷ്ടജലസംസ്കരണത്തിൽ അഗ്രിമമായ പല മാർഗങ്ങളും സ്വീകരിച്ചുവരുന്നുണ്ട്. അവ താഴെ വിവരിക്കുന്നു.

(1) *രാസീയമായ സ്കന്ദനവും അരിക്കലും*: ഈ സാങ്കേതികരീതി ജലശുദ്ധീകരണത്തിനാണ് ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നതെങ്കിലും, അവശിഷ്ടജലസംസ്കരണത്തിനും കൂടി അത് പ്രയോജനപ്പെടുത്താവുന്നതാണ്. സ്കന്ദകങ്ങളും നിലംബിത പദാർഥങ്ങളും തമ്മിൽ രാസീയപ്രവർത്തനങ്ങളുണ്ടാവുകയും അതുവഴി രൂപംകൊള്ളുന്ന കട്ടകൾ അടിയിലേക്ക് താഴ്ന്ന് പോവുകയും ചെയ്യുന്നു. പ്രമുഖമായ രാസീയ സ്കന്ദകങ്ങൾ ആലം (അലുമിനിയം സൾഫേറ്റ്), കോപ്പറാസ് (ഫെറസ് സൾഫേറ്റ്, $FeSO_4.7H_2O$), ഫെറിക്ക് സൾഫേറ്റ് എന്നിവയാണ്. സ്കന്ദനത്തിന് ശേഷം, മണൽഫിൽട്ടറുകളോ, അല്ലെങ്കിൽ മറ്റേതെങ്കിലും കൃത്രിമപദാർഥം അടങ്ങുന്ന ഫിൽട്ടറുകളോ ഉപയോഗിച്ച് വെള്ളം അരിച്ചെടുക്കുന്നു.

(2) *അധിശോഷണം*: ദുർഗന്ധങ്ങളും ചുവകളും മാറ്റുവാൻ ഈ പ്രക്രിയ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നു. സക്രിയതമായ കാർബൺ* ആണ് അധിശോഷണപദാർഥമായി സർവത്ര ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

---

* സരന്ധ്രവും മികച്ച അധിശോഷണ ശേഷിയുള്ളതും പ്രതലവിസ്താരം ഏറെയുള്ളതുമായ ഒരു കാർബൺരൂപമാണ് സക്രിയിതമായ കാർബൺ.

(3) *രാസീയമായ ഓക്സീകരണം*: ശുദ്ധജലം ലഭിക്കുവാൻ അവശിഷ്ടജലത്തെ ഓസോൺ അല്ലെങ്കിൽ ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ് ഉപയോഗിച്ച് ഓക്സീകരണവിധേയമാക്കുന്നു.

(4) *വിലവണീകരണം* (desalination): വിലയിതമായ പദാർഥങ്ങൾ നീക്കിക്കളയുന്നതിനുള്ള ഉപായമാണ് വിലവണീകരണം. ഇതിനായി പല മാർഗങ്ങളും സ്വീകരിച്ചുവരുന്നു. ഇതിൽ പ്രധാനപ്പെട്ടത് അയോൺ വിനിമയം, വൈദ്യുത-അപോഹനം (electrodialysis), വിപരീതഗതിയിലുള്ള ഓസ്മോസനം (osmosis) എന്നീ ടെക്നിക്കുകളാണ്.

(5) *ഓക്സീകരണവാപികൾ*: അവശിഷ്ടജലസംസ്കരണത്തിന് ഈയിടെയായി ജൈവികമായ ചില നവീനമാർഗങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നുണ്ട്. ഏറ്റവും സാധാരണമായത് ഓക്സീകരണവാപികൾ ആകുന്നു. ആൽഗകളുടെയും വായവ ബാക്ടീരിയങ്ങളുടെയും പ്രവർത്തനം കൊണ്ട് അവശിഷ്ട ജലം ശുദ്ധീകരിക്കപ്പെടുന്ന, ആഴം കുറഞ്ഞ, കുളങ്ങൾ മാത്രമാണിവ. ഇവയിൽ കാർബണിക പദാർഥങ്ങളെ ബാക്ടീരിയങ്ങൾ വിഘടിപ്പിക്കുകയും ആൽഗകൾ ഭുജിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്ന് മാത്രമല്ല, ആൽഗകൾ പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തിന്റെ ഫലമായി ഓക്സിജൻ പുറത്ത് വിടുന്നതിനാൽ അവശിഷ്ടജലത്തിന്റെ ബിഒഡി ഗണ്യമായി കുറയാനും ഇടയാവുന്നു.

തൃതീയ സംസ്കരണം കൊണ്ട് മെച്ചങ്ങളുണ്ടെങ്കിലും, അതിന് വേണ്ടി വരുന്ന ചെലവ് പ്രാഥമിക-ദ്വിതീയ സംസ്കരണങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് കൂടുതലാണ്.

ജലമലിനീകരണം: വ്യാവസായികം

വ്യാവസായികപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ നിന്ന് വിപുലമായ വൈവിധ്യമുള്ള നിരവധി അവശിഷ്ട പദാർഥങ്ങൾ ഉത്ഭവിക്കുന്നുണ്ട്. ഇവയെല്ലാം പൊതുവെ നദികളിലേക്കാണ് തള്ളിവിടുന്നതും. ഈ അവശിഷ്ടങ്ങളിൽ പലതിനും വിഷമുണ്ട്. മറ്റുള്ളവയുടെ പ്രഭാവത്തെപ്പറ്റി വ്യക്തമായി അറിവായിട്ടില്ല. ചില അവശിഷ്ടങ്ങൾ പ്രാചീനകാലം മുതൽക്ക് തന്നെ അറിയപ്പെട്ടിരുന്നവയാണ്. പക്ഷേ നിരവധി അവശിഷ്ടങ്ങൾ ഈയിടെ മാത്രം രൂപപ്പെട്ടവയാകുന്നു. സാങ്കേതികവിജ്ഞാനം പുരോഗമിക്കുമ്പോൾ, ഇനിയും നവീനതരമായ അവശിഷ്ട പദാർഥങ്ങൾ ഉണ്ടാകും. ഈ അവശിഷ്ടങ്ങളിൽ ഭൂരിഭാഗവും കാർബണികസംയുക്തങ്ങളാണ്. അവ ദുർഗന്ധമുള്ളതും, ചുവ കലർത്തുന്നതും, ബാക്ടീരിയങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനത്തിന് വിധേയമായി മന്ദഗതിയിൽ മാത്രം വിഘടിക്കുന്നതുമാണ്. നദികളിൽ അവ ബഹുദൂരം വ്യാപിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

എല്ലാ രാജ്യങ്ങളിലും പ്രധാനപ്പെട്ട വ്യവസായങ്ങൾ കടലാസ്, പൾപ്പ്,

തുണി, ഭക്ഷ്യസംസ്കരണം, രാസവസ്തുക്കൾ, ലോഹങ്ങൾ, പെട്രോളിയം എന്നിവയോട് ബന്ധപ്പെട്ടതാണ്. ഈ വ്യവസായങ്ങളുടെ ബഹിഃസ്രാവങ്ങളിലുള്ള മാലിന്യകാരകങ്ങളുടെ പ്രകൃതിയും പ്രഭാവവും സംക്ഷിപ്തമായി താഴെ വിവരിക്കുന്നു.

കടലാസ്, പൾപ്പ് വ്യവസായങ്ങൾ

ഈ വ്യവസായങ്ങൾ വായുമലിനീകരണം മാത്രമല്ല വൻതോതിൽ ജലമലിനീകരണവും സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ഇവയിൽ നിന്നുള്ള ബഹിഃസ്രാവത്തിൽ മരക്കഷണങ്ങൾ, മരത്തൊലി, സെല്ലുലോസ് നാരുകൾ, വിലയിതാവസ്ഥയിലുള്ള ലിഗ്നിൻ (lignin), രാസവസ്തുക്കളുടെ സങ്കീർണ മിശ്രിതങ്ങൾ എന്നിവ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. നിർമ്മാണത്തിനായി എടുക്കുന്ന ആകെ മരത്തിന്റെ ഏകദേശം 50 ശതമാനം പാഴായിപ്പോവുകയാണ്. ഇതെല്ലാം വെള്ളത്തിന്റെ അടിയിലേക്ക് താണ് ഒരു അവപങ്കതലം സൃഷ്ടിക്കുന്നതിനാൽ മത്സ്യങ്ങളുടെ അണ്ഡജനനസ്ഥലങ്ങൾ മൂടിപ്പോവുകയും ചില ജലീയ ജീവികളെ നശിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. മത്സ്യങ്ങളും ഗില്ലുകളുടെ സ്തരങ്ങളിൽ ഉത്തേജനമോ അടവോ സംഭവിച്ച് ചത്തുപോവാനിടയുണ്ട്. സ്വതന്ത്രക്ലോറിനും സൾഫർ ഡയോക്സൈഡും അടങ്ങുന്ന ബ്ലീച്ചിങ്ങ് ദ്രാവകം മത്സ്യങ്ങൾക്ക് വിഷമായിത്തീരുന്നു. ബഹിഃസ്രാവത്തിലുണ്ടാകാവുന്ന മീതൈൽ മെർകാപ്ടൻ (methyl mercaptan), പെന്റാ ക്ലോറോഫിനോൾ (pentachlorophenol), സോഡിയം പെന്റാക്ലോറോഫിനേറ്റ് (sodium pentachlorophenate) എന്നിവയും മത്സ്യങ്ങൾക്ക് രൂക്ഷവിഷമാകുന്നു. മാത്രമല്ല ബഹിഃസ്രാവത്തിന് കറുത്ത നിറമുള്ളതിനാൽ, അത് ജലീയമായ പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തെ തടയുകയും ചെയ്യും.

തുണിവ്യവസായങ്ങൾ

തുണിവ്യവസായശാലകളിൽ നിന്നുള്ള ബഹിഃസ്രാവം ക്ഷാരീയമായതിനാൽ, അതിന് ഓക്സിജന് വേണ്ടിയുള്ള ചോദനം കൂടുതലാണ്. നൂലുകൾ പാകപ്പെടുത്തുന്നത് കൊണ്ടാണ് ബഹിഃസ്രാവങ്ങളുണ്ടാകുന്നത്. സംസ്കരണപ്രക്രിയകൾ ശ്രമകരവും ഏറെ ചെലവുള്ളതുമാകുന്നു.

ഭക്ഷ്യസംസ്കരണവ്യവസായങ്ങൾ

ക്ഷീരോല്പന്ന കേന്ദ്രങ്ങൾ, മദ്യനിർമ്മാണ ശാലകൾ, വാറ്റുശാലകൾ, മാംസസങ്കലനകേന്ദ്രങ്ങൾ എന്നിവയിൽ നിന്നുള്ള അവശിഷ്ടങ്ങളിൽ ഏറിയ ഭാഗവും കാർബണിക പദാർഥങ്ങളാകയാൽ അവ ജീർണനവിധേയമാകുന്നു. അതിനാൽ അവ ചെന്ന് ചേരുന്ന ജലത്തിൽ ഓക്സിജൻ ഇല്ലാതായിത്തീരും. കശാപ്പുശാലകൾ, കാലിത്തൊഴുത്തുകൾ, മാംസ

സങ്കലനശാലകൾ എന്നിവയിൽ നിന്നുള്ള വിസർജ്യങ്ങളിൽ കൊഴുപ്പുകൾ, പ്രോട്ടീനുകൾ, കാർബണികാവശിഷ്ടങ്ങൾ മുതലായ പദാർഥങ്ങളും രോഗകാരകങ്ങളായ സൂക്ഷ്മജീവികളും അടങ്ങിയിരിക്കും. നൈട്രജൻ, പഞ്ചസാര, പ്രോട്ടീനുകൾ, കിണ്വനം സംഭവിച്ച സ്റ്റാർച്ച് എന്നിവ അടങ്ങിയതാണ് പഞ്ചസാരമില്ലുകൾ, മദ്യനിർമ്മാണശാലകൾ, വാറ്റു ശാലകൾ എന്നിവയുടെ അവശിഷ്ടങ്ങൾ. ഈ അവശിഷ്ടങ്ങളുടെ ബിഒഡി ഉയർന്നതായിരിക്കും. അതിനാൽ പുറത്ത് വിടുന്നതിന് മുമ്പ് അവ സംസ്കരണ വിധേയമാക്കേണ്ടതാണ്.

രാസവസ്തു വ്യവസായങ്ങൾ

ഈ വകുപ്പിൽ, ആസിഡുകൾ, ക്ഷാരങ്ങൾ, വളങ്ങൾ, കീടനാശിനികൾ എന്നിവയും കാർബണികവും അകാർബണികവുമായ മറ്റനവധി സംയുക്തങ്ങളും നിർമ്മിക്കുന്ന വ്യവസായങ്ങൾ പെടുന്നു. അനേകം വ്യാവസായിക ബഹിഃസ്രാവങ്ങളിൽ ആസിഡുകൾ കാണപ്പെടുന്നു. ഇത്തരം അവശിഷ്ടങ്ങൾ ഉദാസീനമാക്കിയിട്ടേ പുറത്തേയ്ക്കുവിടാൻ പാടുള്ളൂ. റെയണും ഡിഡിടിയും ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്ന വ്യവസായങ്ങളിൽ നിന്ന് താരതമ്യേന കൂടുതലായ അനുപാതത്തിൽ സംക്ഷാരകമായ ആസിഡുകൾ ബഹിർഗമിക്കുന്നു. 2-4-Dയുടെ ഉല്പാദനം കൊണ്ട് ഡൈക്ലോറോഫിനോൾ ജലത്തിൽ കലരുന്നു. വളം നിർമ്മാണ ശാലകളിൽ നിന്നുള്ള ബഹിഃസ്രാവങ്ങളിൽ ഫോസ്ഫറസ്, ഫ്ളൂറിൻ, സിലിക്ക എന്നവയ്ക്ക് പുറമെ ധാരാളമായി നിലംബിതഖരവസ്തുക്കളും അടങ്ങുന്നു.

ലോഹവ്യവസായങ്ങൾ

മനുഷ്യർക്കും ജലീയജീവികൾക്കും വിഷഹാനിയുണ്ടാക്കുന്ന ചെമ്പ്, കറുത്തീയം, ക്രോമിയം, കാഡ്മിയം, സിങ്ക് മുതലായവ ഉൾക്കൊള്ളുന്നതാണ് ലോഹവ്യവസായങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള വിസർജ്യങ്ങൾ. മാത്രമല്ല ഇവയിൽ ആസിഡുകളും എണ്ണകളും ഗ്രീസുകളും പ്രക്ഷാളനപദാർഥങ്ങളും കൂടി കാണാം. ഉരുക്കുമില്ലുകളുടെ അവശിഷ്ടങ്ങളിൽ അയിര്, കോക്ക്, ചുണ്ണാമ്പുകല്ല്, ഫിനോൾ, സയനജൻ (cyanogen), എണ്ണകൾ, നേർത്ത നിലംബിത വസ്തുക്കൾ എന്നിവ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ആസിഡ് കലർന്ന ഈ ബഹിഃസ്രാവങ്ങളെ ഉദാസീനമാക്കുന്നതോടെ, വലിയ അളവിൽ അവപങ്കം രൂപംകൊള്ളുന്നതിനാൽ അതും വലിയൊരു കുഴപ്പമായിത്തീരുന്നു.

പെട്രോളിയം വ്യവസായങ്ങൾ

എണ്ണ ശുദ്ധീകരണശാലകളും പെട്രോകെമിക്കൽ വ്യവസായങ്ങളും ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ, ഫിനോളിക് സംയുക്തങ്ങൾ, കാർബണികവും അകാർബണികവുമായ അനേകം സൾഫർസംയുക്തങ്ങൾ എന്നിവയട

ങ്ങുന്ന അവശിഷ്ട മിശ്രിതങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നു. അവ ചെന്നുചേരുന്ന വെള്ളത്തിന് ദുർഗന്ധവും ചുവയും ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യും.

മറ്റു വ്യവസായങ്ങൾ

പ്രത്യേകമായി പ്രതിപാദിക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ലാത്ത ഇതര വ്യവസായങ്ങളെയെല്ലാം ഈ വകുപ്പിൽപെടുത്താം–ഉദാഹരണമായി, ചർമ്മശോധനവ്യവസായങ്ങൾ, സോപ്പുകളും ഡിറ്റർജന്റുകളും നിർമ്മിക്കുന്ന ഫാക്ടറികൾ, ഗ്ലാസ് വ്യവസായങ്ങൾ, ഇലക്ട്രോപ്ലേറ്റിങ് വ്യവസായങ്ങൾ മുതലായവ. ഈ വ്യവസായങ്ങളെല്ലാംതന്നെ പല മട്ടിലുള്ള അനേകം ജലമാലിന്യകാരകങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നുണ്ട്. ഈ മാലിന്യകാരകങ്ങളുടെ പ്രകൃതിയും പ്രഭാവവും ഈ ഗ്രന്ഥത്തിന്റെ പ്രതിപാദനപരിധിയിൽപെടുന്നില്ല. (റേഡിയോ പ്രസരമുള്ള അവശിഷ്ടങ്ങളെ സംബന്ധിച്ചുള്ള വിവരങ്ങൾക്ക് 'റേഡിയോ ആക്ടീവ് മലിനീകരണം' എന്ന അഞ്ചാമധ്യായം നോക്കുക.)

ചില പ്രധാനപ്പെട്ട വ്യവസായങ്ങളുടെയും അവയുടെ ബഹി:സ്രാവങ്ങളിലുള്ള മുഖ്യമാലിന്യകാരകങ്ങളുടെയും പട്ടിക താഴെ കൊടുക്കുന്നു:

	വ്യവസായങ്ങൾ	*ബഹി:സ്രാവങ്ങളിലെ മുഖ്യഘടകങ്ങൾ*
1.	അസറ്റേറ്റ് റെയോൺ	അസെറ്റിക് ആസിഡ്
2.	അലുമിനിയം ആനോഡീകരണം (anodizing)	ക്രോമിയം
3.	അണുശക്തി നിലയങ്ങൾ	ഫ്ളൂറൈഡുകൾ
4.	ബാറ്ററി നിർമ്മാണം	കറുത്തീയം, ഖനിജാമ്ലങ്ങൾ
5.	ബ്ലീച്ചിങ് വ്യവസായങ്ങൾ	സൾഫൈറ്റ്, സ്വതന്ത്രക്ലോറിൻ
6.	മദ്യനിർമ്മാണം	പഞ്ചസാരകൾ, ഖനിജാമ്ലങ്ങൾ
7.	സെറാമിക് വ്യവസായം	ഫ്ളൂറൈഡുകൾ
8.	രാസവസ്തു നിർമ്മാണം	ഖനിജാമ്ലങ്ങൾ,ഫീനോളുകൾ, അമോണിയ, ടാർടാറിക് ആസിഡ് പോലെയുള്ള കാർബണികാമ്ലങ്ങൾ, നൈട്രജൻ സംയുക്തങ്ങൾ
9.	ചോക്കലേറ്റ്, മധുരപലഹാരങ്ങൾ എന്നിവയുടെ വ്യവസായങ്ങൾ	പഞ്ചസാരകൾ
10.	ക്രോം ടാനിങ് (chrome tanning)	ക്രോമിയം
11.	ചെമ്പിന്റെ വ്യഞ്ജനീകരണം (pickling)	ചെമ്പ്, ഖനിജാമ്ലങ്ങൾ
12.	ചെമ്പ് പൂശൽ	ചെമ്പ്
13.	പഞ്ഞിയുടെ മെർസറീകരണം	ക്ഷാരങ്ങൾ
14.	പഞ്ഞി,വൈക്കോൽ എന്നിവയുടെ വിരംജനം	ക്ഷാരങ്ങൾ

	വ്യവസായങ്ങൾ	*ബഹിഃസ്രാവങ്ങളിലെ മുഖ്യഘടകങ്ങൾ*
15.	കുപ്രമ്മോണിയം റെയോൺ നിർമ്മാണം	ചെമ്പ്
16.	ഡയറികൾ	പഞ്ചസാരകൾ
17.	ഡിഡിറ്റി നിർമ്മാണം	ഖനിജാമ്ലങ്ങൾ
18.	വാറ്റുശാലകൾ	കാർബണികാമ്ലങ്ങൾ
19.	രംജന വ്യവസായങ്ങൾ	ടാർടാറിക് ആസിഡ്
20.	രംജക നിർമ്മാണം	ഫിനോളിക് സംയുക്തങ്ങൾ
21.	എൻജിനീയറിങ്ങ് ശാലകൾ	കൊഴുപ്പുകൾ, എണ്ണകൾ, ഗ്രീസ്
22.	സ്ഫോടകവസ്തു നിർമ്മാണശാലകൾ	നൈട്രജൻ സംയുക്തങ്ങൾ
23.	വളം നിർമ്മാണശാലകൾ	ഫോസ്ഫേറ്റുകൾ, ഫ്ളൂറൈഡുകൾ
24.	ഭക്ഷ്യസംസ്കരണം	സ്റ്റാർച്ച്
25.	ഗാൽവനൈസിങ്ങ് വ്യവസായങ്ങൾ	സിങ്ക്
26.	ഗ്യാസ്,കോക്ക് നിർമ്മാണം	അമോണിയ, സയനൈഡുകൾ, സൾഫൈഡുകൾ, ഫിനോളുകൾ.
27.	ഗ്ലാസിന്റെ ഉദ്കീർണനം (etching)	ഫ്ളൂറൈഡുകൾ
28.	ഇരുമ്പിന്റെ വ്യഞ്ജനീകരണം	ഇരുമ്പ്, ഖനിജാമ്ലങ്ങൾ
29.	അലക്ക്ശാലകൾ	ക്ഷാരങ്ങൾ,സ്വതന്ത്രക്ലോറിൻ, കൊഴുപ്പുകൾ, എണ്ണകൾ, ഗ്രീസ്
30.	തുകൽ വ്യവസായം	ടാർടാറിക് ആസിഡ്
31.	ലോഹശോധനം	സയനൈഡുകൾ
32.	ലോഹശുദ്ധീകരണം	ഫ്ളൂറൈഡുകൾ
33.	എണ്ണശുദ്ധീകരണശാലകൾ	മെർക്കാപ്ടനുകൾ
34.	പെയിന്റ് നിർമ്മാണം	കറുത്തീയം
35.	കടലാസ് മില്ലുകൾ	സ്വതന്ത്രക്ലോറിൻ
36.	പെനിസിലിൻ നിർമ്മാണം	ഫോർമാൽഡിഹൈഡ്
37.	തുണികളുടെ പെറോക്സൈഡ് ബ്ലീച്ചിങ്ങ്	ഹൈഡ്രജൻ പെറോക്സൈഡ്
38.	പെട്രോകെമിക്കൽ വ്യവസായങ്ങൾ	ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ
39.	പെട്രോളിയം ശുദ്ധീകരണശാലകൾ	ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ, ഫിനോളുകൾ, കൊഴുപ്പുകൾ, എണ്ണകൾ, ഗ്രീസ്
40.	ഫോട്ടോ എൻഗ്രേവിങ്ങ്	ഖനിജാമ്ലങ്ങൾ
41.	ഫോട്ടോഗ്രാഫി	വെള്ളി
42.	പിക്കിൾ മാനുഫാക്ചർ	അസെറ്റിക് ആസിഡ്
43.	ലോഹം പൂശൽ	ചെമ്പ്, ക്രോമിയം, നിക്കൽ, കാഡ്മിയം, സിങ്ക്, വെള്ളി
44.	പ്രിസർവ് മാനുഫാക്ചർ	പഞ്ചസാരകൾ
45.	പൾപ്പ് മില്ലുകൾ	മെർകാപ്ടനുകൾ

വ്യവസായങ്ങൾ		*ബഹിഃസ്രാവങ്ങളിലെ മുഖ്യഘടകങ്ങൾ*
46.	റോക്കറ്റ്മോട്ടോർ ടെസ്റ്റിങ്ങ്	ഹൈഡ്രജൻപെറോക്സൈഡ്
47.	റബർ സംസാധനം	സിങ്ക്
48.	അറക്കമില്ലുകൾ	ടാനിക് ആസിഡ്
49.	ഫ്ളൂഗ്യാസ് സ്ക്രബിങ്ങ് (Flue gas scrubbing)	ഫ്ളൂറൈഡുകൾ
50.	ഷീറ്റ് ഡിപ്പിങ്ങ്	ആർസെനിക്, ഫിനോളുകൾ
51.	ലഘുപാനീയ നിർമാണം	സിട്രിക് ആസിഡ്
52.	പഞ്ചസാര മില്ലുകൾ	പഞ്ചസാരകൾ
53.	മധുരപലഹാര നിർമ്മാണം	പഞ്ചസാരകൾ
54.	സിന്തറ്റിക് റെസിൻ നിർമ്മാണം	ഫിനോളുകൾ, ഫോർമാൽഡിഹൈഡ്
55.	സിന്തറ്റിക്ക് റബ്ബർ ഫാക്ടറികൾ	ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ
56.	ചർമശോധനശാലകൾ	സൾഫൈഡുകൾ, ക്രോമിയം, ഫിനോളുകൾ, ടാനിക്ക് ആസിഡ്,
57.	ടാർ ഡിസ്റ്റിലറികൾ	ഫിനോളുകൾ
58.	ടെക്സ്റ്റയിൽ ബ്ലീച്ചിങ്ങ്	സ്വതന്ത്ര ക്ലോറിൻ, സൾഫൈറ്റുകൾ
59.	തുണിമില്ലുകൾ	ഖനിജാമ്ലങ്ങൾ, കൊഴുപ്പുകൾ, എണ്ണകൾ, ഗ്രീസ്
60.	ട്രാൻസിസ്റ്റർ ഫാക്ടറികൾ	ഫ്ളൂറൈഡുകൾ
61.	വിസ്കോസ് ഫിലിം നിർമ്മാണം	സൾഫൈറ്റുകൾ
62.	വിസ്കോസ് റെയൺ നിർമ്മാണം	സൾഫൈഡുകൾ, സിങ്ക്
63.	വാൾപേപ്പർ നിർമ്മാണം	സ്റ്റാർച്ച്
64.	ദാരുസംസാധനം	പഞ്ചസാരകൾ
65.	മരപ്പൾപ്പ് നിർമ്മാണം	ക്ഷാരങ്ങൾ, സൾഫൈറ്റുകൾ
66.	വൂൾ സ്കവറിങ്ങ് (wool scouring) (ലോമ നിർഘർഷണം)	ക്ഷാരങ്ങൾ, കൊഴുപ്പുകൾ, എണ്ണകൾ, ഗ്രീസ്.

വ്യാവസായിക വിസർജ്യങ്ങളുടെ ദൂഷ്യഫലങ്ങൾ

1. വ്യാവസായിക വിസർജ്യങ്ങൾ കാരണം അവ ചെന്ന് ചേരുന്ന ജലത്തിൽ പല നിറങ്ങളും കലുഷതയും. ഉണ്ടാകുന്നു.
2. വിസർജ്യങ്ങൾ ജീർണിക്കുന്നതുകൊണ്ട് ദുർഗന്ധവും ചുവയുമുണ്ടാകുന്നു. എന്ന് മാത്രമല്ല വിസർജ്യങ്ങൾ അതേപടി തന്നെ ഗന്ധ–സ്വാദ് ദോഷങ്ങൾക്ക് കാരണമാകാം, അവയുടെ ഘടകവസ്തു സ്വഭാവങ്ങൾ കൊണ്ട്

3. അമ്ലങ്ങളും ക്ഷാരങ്ങളും വെള്ളത്തെ സംക്ഷാരകമാക്കി ത്തീർക്കുന്നു.
4. ഗുരുലോഹങ്ങളും മറ്റ് വിഷാലുവസ്തുക്കളും മത്സ്യങ്ങൾ, ഇതര ജലീയജീവികൾ, മൃഗങ്ങൾ, സസ്യങ്ങൾ എന്നിവയെ നശിപ്പി ക്കുന്നു.
5. വിഷാലുവസ്തുക്കൾ ബാക്ടീരിയങ്ങളെ നശിപ്പിക്കാനിടയുള്ളതി നാൽ നദീജലങ്ങളുടെ സ്വയം ശുദ്ധീകരണ പ്രക്രിയകൾ തടസ്സ പ്പെടുന്നു.
6. ചില വ്യാപാരികാവശിഷ്ടങ്ങളിൽ രോഗകാരകങ്ങളായ സൂക്ഷ്മ ജീവികൾ ഉണ്ടാവാം. ഉദാഹരണമായി ചർമശോധന ശാലകളിൽ നിന്നുള്ള അവശിഷ്ടങ്ങളിൽ കാണാറുള്ള ആൻത്രാക്സ് (Anthrax) രോഗാണുക്കൾ. (എങ്കിലും പൊതുവെ വ്യാപാരികാവശിഷ്ടങ്ങളിൽ ഭൂരിഭാഗവും രോഗാണു വിമുക്തമാണെന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു.)
7. ഉയർന്നതാപനിലയിലുള്ള വിസർജ്യങ്ങൾ നദികളിൽ വന്ന് ചേരു മ്പോൾ ജലത്തിന്റെ താപനില ഉയരുന്നു. അതിനാൽ നദിയുടെ ഇക്കോവ്യവസ്ഥയിൽ പരിവർത്തനങ്ങൾ ഉണ്ടാകാനിടയുണ്ട്.
8. ചില ഖനിജ ഘടകങ്ങൾ ജലാശയത്തിന് അമിതമായ കാഠിന്യം സൃഷ്ടിക്കുന്നതിനാൽ ജലം വ്യാവസായികവും ഗാർഹികവും ആയ ആവശ്യങ്ങൾക്കു പറ്റാത്തതായിത്തീരുന്നു.

വ്യാവസായിക ബഹിഃസ്രാവങ്ങളുടെ സംസ്കരണവും നിർമാർജനവും

അവപങ്ക സംസ്കരണത്തിന്റെ പ്രക്രിയകൾ തന്നെയാണ് വ്യാവസായിക ബഹിഃസ്രാവങ്ങൾക്കും അവലംബിക്കുന്നത്. പ്രാഥമികവും ദ്വിതീയവും തൃതീയവുമായ സംസ്കരണങ്ങളെല്ലാം വ്യാവസായിക ബഹിഃസ്രാവ ങ്ങൾക്കും ആവശ്യമാണ്. വ്യാപാരികാവശിഷ്ട സംസ്കരണത്തെ സംബ ന്ധിച്ച്, അവശിഷ്ട ജലത്തിന്റെ ഗുണത ഏകാത്മകവും പ്രവചനീയവും മാലിന്യകാരകങ്ങളേതെന്ന് കൃത്യമായി അറിയപ്പെടുന്നതും ആണെന്ന ഒരു മെച്ചമുണ്ട്. അതിനാൽ ഒരു നിർദിഷ്ട ബഹിഃസ്രാവത്തിന് ഉചിത മായ ഒരു സംസ്കരണ പ്രക്രിയ തിരഞ്ഞെടുക്കാൻ സാധിക്കുന്നു. പൊതുവെ സംസ്കരണ പ്രക്രിയകളെ രണ്ടായി തരംതിരിച്ച്, പഠിക്കാവു ന്നതാണ്. അതനുസരിച്ചുള്ള പ്രതിപാദനം താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

കാർബണിക മാലിന്യങ്ങളടങ്ങുന്ന ബഹിഃസ്രാവങ്ങൾ

ഭക്ഷ്യസംസ്കരണം, ഡയറി, മദ്യനിർമ്മാണം എന്നീ വ്യവസായങ്ങൾ, വാറ്റുശാലകൾ, പേപ്പർമില്ലുകൾ, ടെക്സ്റ്റയിൽ മില്ലുകൾ, രാസവസ്തു നിർമാണശാലകൾ എന്നിവയിൽ നിന്നുമുള്ള അവശിഷ്ടജലത്തിൽ മുഖ്യ

മായും കാർബണികമാലിന്യങ്ങളാണുള്ളത്. അതിനാൽ അവ സംസ്ക രിക്കുന്നതിന് ജൈവികമാർഗങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. പക്ഷേ, ജൈവിക സംസ്കരണത്തിന് മുമ്പ് പ്രാഥമിക സംസ്കരണങ്ങൾ നടത്തേണ്ടതുണ്ട്. കാർബണിക പദാർഥം വേഗത്തിൽ ജീർണിക്കാവുന്നതാണെങ്കിൽ വായു മിശ്രിതം ചെയ്യേണ്ടതാണ്.

ഇതിന് പുറമെ, വലിയ അളവിൽ അകാർബണിക മാലിന്യങ്ങളുണ്ടെ ങ്കിൽ അതെല്ലാം മാറ്റിക്കളയുകയും വേണം. തപ്തസ്രാവങ്ങളെ കാറ്റു കൊള്ളിച്ചോ തനൂകരണം കൊണ്ടോ തണുപ്പിക്കേണ്ടതാണ്. രൂക്ഷമായ തോതിൽ അമ്ലീയമോ ക്ഷാരീയമോ ആയ അവശിഷ്ടങ്ങളെ ഉദാസീനമാ ക്കുക, ഗുരുലോഹങ്ങളെപ്പോലെ വിഷശക്തിയുള്ള അകാർബണിക വസ്തുക്കളെ രാസീയപ്രവർത്തനങ്ങൾ കൊണ്ട് നിഷ്കാസനം ചെയ്യുക എന്നിവയും ആവശ്യമാണ്. ഊറിക്കൂടുന്ന കാർബണിക പദാർഥങ്ങളെ കാര്യക്ഷമമായ രീതിയിൽ ജൈവികസംസ്കരണവിധേയമാക്കാൻ അവ ക്ഷേപിക്കാവുന്നതാണ്. സ്കന്ദനം ചെയ്ത് നിലംബിത കാർബണിക സംദൂഷകങ്ങളെയും കൊളോയ്ഡീയ മാലിന്യങ്ങളെയും മാറ്റുവാൻ സാധിക്കും. ഈ പ്രക്രിയകളെല്ലാം കഴിഞ്ഞശേഷം ബ്രഹിഃസ്രാവത്തെ ജൈവികപ്രക്രിയകൾക്ക് വിധേയമാക്കുന്നു.

ജൈവികപ്രക്രിയകളിൽ മികച്ചത് സക്രിയിതമായ അവപങ്ക സംസ്ക രണവും, ബിന്ദു സ്രവ സംസ്കരണവുമാണ്. ബഹിഃസ്രാവത്തിൽ വൻതോ തിൽ വിലയിതമായ കാർബണികപദാർഥങ്ങളുണ്ടെങ്കിൽ അതനുസരി ച്ചുള്ള പ്രത്യേക പരിഗണന കണക്കിലെടുക്കേണ്ടതുണ്ട്. ബഹിഃസ്രാവ ത്തിൽ സൂക്ഷ്മ ജീവികളൊട്ടുമില്ലെങ്കിൽ, പ്രക്രിയകൾക്ക് യോജിച്ച സൂക്ഷ്മജീവികളെ നിവേശിപ്പിക്കുകയും അവയ്ക്കുള്ള പ്രത്യേക പോഷ കപദാർഥങ്ങൾ കരുതുകയും വേണം.

വേണ്ടത്ര ഭൂമി ലഭ്യമാണെങ്കിൽ, സംസ്കരണത്തിനായി തടാകങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കാവുന്നതാണ്. ഇതുകൊണ്ട് പല പ്രയോജനങ്ങളുമുണ്ട്. സമീക രണം, ഊറൽ, സ്വയം ഉദാസീനീകരണം, സ്വതഃപ്രവർത്തിതമോ പ്രേരി തമോ ആയ രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ, വായവ ബാക്ടീരിയങ്ങളും അവാ യവ ബാക്ടീരിയങ്ങളും നിർവഹിക്കുന്ന അപകർഷണം എന്നിവ യ്ക്കെല്ലാം തടാകങ്ങൾ സൗകര്യപ്രദമാണ്. പക്ഷേ തടാകങ്ങൾ കാര്യ ക്ഷമമായി പ്രവർത്തിപ്പിച്ചില്ലെങ്കിൽ അവയ്ക്ക് അമിതഭാരം വന്നു ചേരു കയും അവയിൽനിന്ന് ദുർഗന്ധങ്ങൾ വമിക്കുകയും ചെയ്യും.

അകാർബണിക മാലിന്യങ്ങളുള്ള ബഹിഃസ്രാവങ്ങൾ

രാസവസ്തുനിർമ്മാണം, ഇലക്ട്രോപ്ലേറ്റിങ്ങ് എന്നിവയും ഇത്തരത്തി ലുള്ള മറ്റ് വ്യവസായങ്ങളും പുറത്ത് വിടുന്ന വിസർജ്യങ്ങളിൽ മുഖ്യ

മായും അകാർബണിക വസ്തുക്കളാണുള്ളത്. ഇവയെ രാസീയ സംസ്കരണത്തിന് മാത്രമേ വിധേയമാക്കുന്നുള്ളൂ. മിക്ക അവശിഷ്ടങ്ങളും അമ്ലീയമാണ്. അവയെ ഉദാസീനമാക്കുവാൻ കുമ്മായം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഏറ്റവും വില കുറവുള്ളതും എന്നാൽ വളരെ ഫലപ്രദവുമായതിനാൽ കുമ്മായമാണ് (കാൽസിയം ഓക്സൈഡ്) ഉദാസീനീകരണത്തിന് ഏറ്റവും സാധാരണമായി ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ആസിഡുകളെപ്പോലെ ക്ഷാരീയ മാലിന്യങ്ങളെയും ഉദാസീനമാക്കേണ്ടതുണ്ട്. ചർമശോധനശാലകൾ, ടെക്സ്റ്റയിൽ മില്ലുകൾ, രാസവ്യവസായങ്ങൾ എന്നിവയിൽ നിന്നുള്ള അവശിഷ്ടജലം പൊതുവേ സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ് ഉപയോഗിച്ചാണ് സംസ്കരണവിധേയമാക്കുന്നത്. സാമാന്യമായി പറഞ്ഞാൽ, അവശിഷ്ടം അമ്ലീയമോ ക്ഷാരീയമോ ഏതായാലും അതു പുറത്തുവെള്ളത്തിലേക്ക് ഒഴുക്കുന്നതിനുമുമ്പ് സ്വീകാര്യമായ pH മൂല്യം ഉണ്ടാക്കുന്ന വിധത്തിൽ ഉദാസീനീകരിക്കുന്നു. നിലംബിതപദാർഥങ്ങൾ, എണ്ണമയമുള്ള വസ്തുക്കൾ അവക്ഷേപണം സാധ്യമായിട്ടുള്ള വിലയിതപദാർഥങ്ങൾ എന്നിവയ്ക്ക് കൊയാഗുലീകരണം പ്രയോഗിക്കാവുന്നതാണ്. ഗുരുലോഹങ്ങളെ pH–മൂല്യം ഉയർത്തിയോ അനുയോജ്യമായ അവക്ഷേപകങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചോ അവക്ഷേപിക്കാം.

ചിലതരം അവശിഷ്ടജലങ്ങൾക്ക് രാസീയമായ ഓക്സീകരണം പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നു. ഉദാഹരണമായി സയനൈഡ് അവശിഷ്ടങ്ങളെ ക്ഷാരീയാവസ്ഥയിൽ ക്ലോറിനേഷന് വിധേയമാക്കുന്നു. ഓസോൺ ആണ് ഫലപ്രദമായ മറ്റൊരു ഓക്സീകരണവസ്തു. ഫിനോളിക്ക് അവശിഷ്ടങ്ങൾ ഓസോൺ ഉപയോഗിച്ചാണ് ഓക്സീകരിക്കുന്നത്. ചില അവശിഷ്ടങ്ങൾക്ക് നിരോക്സീകരണം അവലംബിക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി ഇലക്ട്രോപ്ലേയിറ്റിങ്, ആനോഡൈസനം എന്നിവയിൽ നിന്നുള്ള അവശിഷ്ടങ്ങളെ സൾഫർ ഉപയോഗിച്ച് നിരോക്സീകരിച്ച് ക്രോമിയം നീക്കം ചെയ്യുന്നു. നിരോക്സീകരണത്തിന് സാധാരണമായി ഉപയോഗിക്കുന്ന പദാർഥം സൾഫർ ഡയോക്സൈഡ് ആകുന്നു. ചില അവശിഷ്ടങ്ങൾക്ക് ഈ ആവശ്യത്തിനായി ഫെറസ് സൾഫേറ്റ് പോലെയുള്ള മറ്റു ചില നിരോക്സീകാരികളും ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്.

മിക്ക അവശിഷ്ടങ്ങളും രാസീയമാർഗമുപയോഗിച്ച് സംസ്കരിക്കാവുന്നതാണ്. പക്ഷേ നിഷ്കാസന പ്രക്രിയകൾ കണ്ടെത്തിയിട്ടില്ലാത്തതോ കണ്ടെത്തുമെന്ന് പ്രതീക്ഷിക്കാൻ നിർവാഹമില്ലാത്തതോ ആയ ചില മാലിന്യങ്ങളുണ്ട്. ഉദാഹരണമായി രാസവസ്തുനിർമ്മാണശാലകളിൽ നിന്നും പെട്രോളിയം ഉല്പാദന കേന്ദ്രങ്ങളിൽ നിന്നും അവശിഷ്ടമായി തള്ളുന്ന ഉപ്പുവെള്ളം സംസ്കരിക്കാൻ സാധ്യമല്ല. എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ നീതീകരിക്കാവുന്ന ചെലവിൽ ക്ലോറൈഡ് അയോണുകളെ നീക്കിക്കളയാനോ

നശിപ്പിക്കാനോ സാധിക്കുന്ന ഉപായങ്ങളില്ല. ഇതു തന്നെയാണ് റേഡിയോപ്രസരമുള്ള അവശിഷ്ടങ്ങളുടെയും സ്ഥിതി. ഇത്തരം അവശിഷ്ടങ്ങളെ മാറ്റിക്കളയുവാൻ താഴെപ്പറയുന്ന മാർഗങ്ങളാണ് നിർദേശിക്കപ്പെടുന്നത്: (1) സാന്ദ്രീകരിച്ച് കടലിൽ നിക്ഷേപിക്കുക (2) ഉപയോഗമില്ലാത്ത വെള്ളം സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന ഏതെങ്കിലും ജലഭരത്തിൽ വിസരിപ്പിക്കുക. എന്നാൽ ഈ രീതികളും തൃപ്തികരമാണെന്ന് പറഞ്ഞുകൂടാ. നവീന മാർഗങ്ങൾ ഇതിനായി കണ്ടെത്തേണ്ടിയിരിക്കുന്നു.

ജലമലിനീകരണം: കാർഷികം

കൃഷിക്കായി നവീന സാങ്കേതിക വിധികൾ പ്രയോഗിക്കുവാനും പുതിയ രാസവസ്തുക്കൾ ഉപയോഗിക്കുവാനും തുടങ്ങിയതോടെ പരിസ്ഥിതി മലിനീകരണം, പ്രത്യേകിച്ച് ജലമലിനീകരണം, സാരമായി വർധിച്ചിട്ടുണ്ട്. മറ്റധ്യായങ്ങളിൽ, പലപ്പോഴായി, കാർഷികപ്രവർത്തനങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്ന മലിനീകരണത്തെപ്പറ്റി പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഈ ഖണ്ഡത്തിൽ കൃഷിയോട് ബന്ധപ്പെട്ടുണ്ടാകുന്ന ജലമലിനീകരണത്തിന്റെ ചില പ്രശ്നങ്ങൾ വിശദമായി അവതരിപ്പിക്കുകയാണ്.

കാർഷിക ജലമലിനീകരണത്തിൽപ്പെടുന്ന പദാർഥങ്ങൾ രാസവളങ്ങൾ, കീടനാശിനികൾ, കീടരോഗനിവാരണികൾ, കാലിവിസർജ്യങ്ങൾ, അവസാദങ്ങൾ(sediments) എന്നിവയാണ്. ഈ സംദൂഷകങ്ങൾ കാർഷികഭൂമികളിൽനിന്ന് ഒഴുകുന്ന വെള്ളത്തിലൂടെ ജലാശയങ്ങളിലെത്തിച്ചേരുന്നു.

രാസവളങ്ങൾ

കഴിഞ്ഞ കുറച്ചുകൊല്ലങ്ങളായി രാസവളങ്ങളുടെ പ്രയോഗം വളരെ വർധിച്ചിട്ടുണ്ട്. കാർഷികവളങ്ങളിൽ സസ്യപോഷകങ്ങളായ നൈട്രജൻ, ഫോസ്ഫറസ്, പൊട്ടാസ്യം എന്നിവയിൽ ഏതെങ്കിലും ഒന്നോ അതിൽ കൂടുതലോ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഇവ പ്രയോഗിക്കുന്നതിന്റെ തോത് അമിതമായാൽ മലിനീകരണ പ്രശ്നങ്ങൾ ഉണ്ടാകാം. രാസവളങ്ങൾ നിക്ഷാളനം കൊണ്ട് ഭൂഗർഭജലത്തിലേയ്ക്കും, പ്രാകൃതികമായ അപവാഹം കൊണ്ടും മഴവെള്ളത്തിലൂടെയും ഉപരിതല ജലപ്രവാഹങ്ങളിലേക്കും എത്തിച്ചേരുന്നു. ഇവയിൽ ഗുരുതരമായ പ്രശ്നമുണ്ടാക്കുന്നത് നൈട്രേറ്റുകളാണ്. കുടിവെള്ളത്തിൽ ഈ പദാർഥമുണ്ടായാൽ ശിശുക്കളിൽ മെതീമോഗ്ലോബിനേമിയ (methemoglobenemia) എന്ന രോഗത്തിന് (Blue babies – 'നീലശിശുക്കൾ') കാരണമാകുന്നു. ശിശുക്കളുടെ ആമാശയത്തിൽ നൈട്രേറ്റുകൾ നിരോക്സീകരണത്തിന് വിധേയമായി നൈട്രേറ്റുകളായി മാറുന്നു. നൈട്രേറ്റുകൾക്ക് ഹീമോഗ്ലോബിനുമായി ശക്തമായ ആസക്തി

ഉള്ളതിനാൽ, മെതിമോഗ്ലോബിൻ (methimoglobin) രൂപംകൊള്ളുന്നു. ഇതേ പ്രക്രിയതന്നെ അയവിറക്കുന്ന മൃഗങ്ങളുടെ ആമാശയത്തിലും നടക്കാറുണ്ട്. അങ്ങനെ കന്നുകാലികളെയും നൈട്രേറ്റു വിഷം ബാധിക്കുന്നു.

സസ്യപോഷകങ്ങൾ സുപോഷണാവസ്ഥയും (eutrophication) സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ജലത്തിനുണ്ടാകുന്ന പോഷകസമൃദ്ധിയാണ് സുപോഷണാവസ്ഥ. സസ്യപോഷകങ്ങളായ നൈട്രജനും ഫോസ്ഫറസും ആൽഗകളുടെയും മറ്റ് ജലീയ സസ്യങ്ങളുടെയും വളർച്ചയ്ക്ക് ഉത്തേജനം നൽകുന്നു. ഈ സസ്യങ്ങളുടെ അമിതമായ വർധന ജലോപയോഗങ്ങൾക്ക് വിഘാതമുണ്ടാക്കുന്നു എന്നു മാത്രമല്ല അവ ക്രമേണ ജീർണിച്ച് ദുർഗന്ധം വമിക്കുകയും ജൈവരാസീയമായ ഓക്സിജന്റെ ചോദനം ഏറുന്നതിന് കാരണമാകുകയും ചെയ്യുന്നു.

കീടരോഗനിവാരണികൾ

കീടനാശിനികൾ, സസ്യനാശിനികൾ, ഫംഗസ് നാശിനികൾ (fungicides), കൃന്തകപ്രാണിനാശിനികൾ (rodenticides), ആൽഗനാശിനികൾ (algaecides), കക്കാപ്രാണിനാശിനികൾ (molluscides), അക്കാരിനാശിനികൾ (acaricides), വിരനാശിനികൾ (nematocides) എന്നിങ്ങനെ കീടരോഗനിവാരണികളെ പലതായി തരംതിരിക്കാം.

കീടനാശിനികൾ: കീടങ്ങളെയും മറ്റു കീടനാശകപ്രാണികളെയും നിയന്ത്രിക്കാൻ വിപുലമായി ഉപയോഗിച്ച് വരുന്ന രാസവസ്തുക്കളാണ് കീടനാശിനികൾ. ഈ വകുപ്പിൽ ക്ലോറിനേറ്റഡ്ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ, ഓർഗാനോഫോസ്ഫറസ് സംയുക്തങ്ങൾ, അകാർബണികഫ്ളൂറിൻ സംയുക്തങ്ങൾ, മെർക്കുറി സംയുക്തങ്ങൾ എന്നിവ ഉൾപ്പെടുന്നു. സാധാരണമായി ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നത് ക്ലോറിനേറ്റഡ് ഹൈഡ്രോകാർബണുകളാണ്. ഇതിൽ പ്രധാനപ്പെട്ടതാണ് ഡിഡിടി, ബി എച്ച് സി, ഡീൽഡ്രിൻ, ആൽഡ്രിൻ, എൻഡ്രിൻ, ഹെപ്ടാക്ലോർ (heptachlor), മെതോക്സിക്ലോർ (methoxychlor), ക്ലോർഡാൻ (chlordane), ടെട്രാഡിഫോൻ (tetradifon), മിരെക്സ് (mirex), ടോക്സാഫിൻ (toxaphene) എന്നിവ. ഏറ്റവും സാധാരണമായി ഉപയോഗിച്ചുവരുന്ന ഡി.ഡി.ടി യാണ് വെള്ളത്തിൽ ഏറ്റവും കുറവായ തോതിൽ അലിയുന്ന വസ്തു. പക്ഷേ എണ്ണകളിലും കൊഴുപ്പുകളിലും അതു കൂടുതലായി അലിയുന്നതുമാകുന്നു. ഡി.ഡി.ടിയും മറ്റ് ക്ലോറിനേറ്റഡ് ഹൈഡ്രോകാർബണുകളും കശേരുകികളുടെയും അകശേരുകികളുടെയും കേന്ദ്രനാഡീവ്യൂഹത്തെ ബാധിക്കുന്നവയാണെന്ന് റിപ്പോർട്ട് ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. മേൽപറഞ്ഞ എല്ലാ കീടനാശിനികൾക്കും ഉയർന്ന ദീർഘസ്ഥായിത്വ ശക്തിയുണ്ട്. അതായത് അവയുടെ അവശേഷങ്ങൾ ഏറെക്കാലം ഹാനിപറ്റാതെ നിൽക്കുന്നു. തന്മൂലം വ്യത്യസ്തങ്ങളായ അനേകം

ജീവിവർഗങ്ങളെ ബാധിക്കുന്നതിന് കാരണവുമായിത്തീരുന്നു.

ഓർഗാനോഫോസ്ഫറസ് സംയുക്തങ്ങളിൽ വച്ച് പ്രാധാന്യം പാരാത്തിയോൺ, മാലാത്തിയോൺ, ടെപ്പ് (TEPP-Tertra ethyl Pyrophosphate) എന്നിവയ്ക്കാണ്. ഇവ മനുഷ്യർക്കും മൃഗങ്ങൾക്കും അത്യധികം വിഷാലുവാണ്. എന്നാൽ ഓർഗാനോഫോസ്ഫറസ് സംയുക്തങ്ങൾ മിക്കതും ജൈവനിമ്നീകരണീയമായതിനാൽ (biodegradable) പരിസ്ഥിതിയിൽ ഏറെക്കാലും നിലനിൽക്കുന്നില്ല. ഈ സംയുക്തങ്ങളും നാഡീവ്യൂഹത്തിന് ഹാനിയുണ്ടാക്കുന്നവയാണ്.

സസ്യനാശിനികൾ: സസ്യങ്ങളെ നശിപ്പിക്കുന്ന രാസവസ്തുക്കളാണ് സസ്യനാശിനികൾ. വരണാത്മകവും വരണാത്മകമല്ലാത്തതുമായ സസ്യനാശിനികളുണ്ട്. വരണാത്മകസസ്യനാശിനികൾ ചില പ്രത്യേകതരം സസ്യങ്ങളെമാത്രമേ നശിപ്പിക്കുന്നുള്ളു-ഡാൻഡെലിയോൺ (dandelion) ചെടികളെ മാത്രം നശിപ്പിക്കുന്ന ഫെറസ് സൾഫേറ്റ് ഉദാഹരണം. വരണാത്മകമല്ലാത്തവ–സോഡിയം ആർസെനൈറ്റ് (Sodium arsenite), സൾഫ്യൂറിക്ക് ആസിഡ്, ചില എണ്ണകൾ മുതലായവ–എല്ലാത്തരം ചെടികൾക്കും മാരകമാണ്. ഏറ്റവും സാധാരണമായി ഉപയോഗിക്കുന്ന സസ്യനാശിനികൾ 2,4-Dയും (2,4-dichlorophenoxy acetic acid), 2,4,5-Tയും (2,4,5-trichlorophenoxy acetic acid) ആകുന്നു. സസ്യനാശിനികൾ മികച്ച കളനാശിനികളാണെങ്കിലും, വിഷാലുത വളരെ കൂടുതലാണ്.

ഫംഗസ്നാശിനികൾ : സസ്യങ്ങൾക്കുണ്ടാകുന്ന ഫംഗസ് രോഗങ്ങൾ മാറ്റുവാനാണിവ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. സൾഫർ, കാർബണികമെർക്കുറി-സംയുക്തങ്ങൾ (ഉദാഹരണം മീതൈൽ മെർക്കുറി), ചെമ്പ് ചേർന്നിട്ടുള്ള സംയുക്തങ്ങൾ എന്നിവ സാധാരണ ഫംഗസ്നാശിനികളിൽ പെടുന്നു.

കൃന്തകപ്രാണിനാശിനികൾ: കൃന്തകങ്ങളായ എലി, പെരുച്ചാഴി എന്നിവയെ നശിപ്പിക്കാനാണ് ഇതുപയോഗിക്കുന്നത്. ഈ വകയിൽ പ്രധാനപ്പെട്ടത് നോർബോർമൈഡ് (norbormide), സ്ട്രിക്നിൻ (Strychnine), സോഡിയം ഫ്ളൂറോ അസറ്റേറ്റ് എന്നിവയാണ്. നോർബോർമൈഡ് എലികൾക്കുള്ള വരണാത്മകവിഷമാണ്. അത് എലികളുടെ ചെറിയ പരിധീയരക്തക്കുഴലുകളെ സങ്കോചിപ്പിക്കുന്നു. നോർബോർമൈഡിന്റെ ഈ പ്രത്യേക പ്രവർത്തനം മറ്റ് ജന്തുക്കളിലൊന്നും ഉണ്ടാകുന്നില്ല.

കീടരോഗനിവാരണികളുടെ പ്രഭാവങ്ങൾ

മിക്കവാറും എല്ലാ കീടരോഗ നിവാരണികളും മനുഷ്യർക്കും മൃഗങ്ങൾക്കും വിഷാലുക്കളാണ്. അവയിൽവച്ച് ഓർഗാനോഫോസ്ഫറസ് സംയുക്തങ്ങൾക്കാണ് ഏറ്റവും വിഷമുള്ളത്. ഡി.ഡി.ടി, ഡീൽഡ്രിൻ, ആൽഡ്രിൻ, മിരെക്സ് എന്നിവ ഗണ്യമായ തോതിൽ ശരീരത്തിൽ പ്രവേശിച്ചാൽ എലി

കൾക്ക് ട്യൂമർ ഉണ്ടാകുന്നതിന് കാരണമാകുന്നു. അവയ്ക്ക് സസ്യങ്ങളിൽ മ്യൂട്ടേഷനും ക്രോമസങ്ങൾക്ക് വൈകല്യങ്ങളും സൃഷ്ടിക്കാൻ കഴിവുണ്ട്. കെ.ഡി. കോർട്നിയുടെ (K.D.Courtney, 1970) ഒരു റിപ്പോർട്ടനുസരിച്ച് 2,4,5-T (2,4,5 trichlorophenoxy acetic acid) ചില എലികൾക്ക് വൈരൂപ്യജനകവും ഭ്രൂണനാശകവുമാകുന്നു. എന്ന് മാത്രമല്ല ഈ കീടരോഗനിവാരണികൾ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്ന ജോലികളിലേർപ്പെട്ടിട്ടുള്ളവർക്ക് വന്ധ്യത്വം സംഭവിക്കാനുമിടയുണ്ട് എന്ന് നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. (നോക്കുക: Espir, M.L.E., et al "Impotence in Farm workers using Toxic Chemicals." British Medical Journal 1:423-425, 1970)

കീടരോഗനിവാരണികൾ മിക്കപ്പോഴും ഭക്ഷ്യശൃംഖലയിൽ പ്രവേശിച്ച് സാന്ദ്രീകരിക്കുന്നതിനാൽ, മത്സ്യങ്ങളുടെയും പക്ഷികളുടെയും പ്രജനനശേഷിക്ക് ഹാനിയുണ്ടാകുന്നു. മത്സ്യങ്ങളുടെ കേന്ദ്രനാഡീവ്യൂഹത്തെയാണ് പൊതുവെ കീടരോഗനിവാരണികൾ ബാധിക്കുന്നത്. പലതരം പക്ഷികളുടെ എണ്ണം കുറഞ്ഞുവരുന്നതിന് മുഖ്യകാരണം ഈ സംയുക്തങ്ങളാണെന്ന് അഭിപ്രായമുണ്ട്. പിസിബികൾ (PCBs) ഭൂമിയിൽ സർവത്ര വ്യാപിച്ചിട്ടുണ്ടെന്നും സമുദ്രത്തിലെ ഇക്കോവ്യൂഹത്തിൽ അവ സാന്ദ്രീകരിച്ചുവരികയാണെന്നും റിപ്പോർട്ട് ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ക്ലോറിനേറ്റഡ് ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ സമുദ്രത്തിലെ സൂക്ഷ്മസസ്യങ്ങളുടെ (Phytoplankton) പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തെയും വളർച്ചയെയും ബാധിക്കുന്നു എന്ന് ഈയിടെ നടത്തിയ ചില പരീക്ഷണങ്ങൾ തെളിയിക്കുന്നു.

കീടരോഗനിവാരണികളുടെ ഉപയോഗം ഒഴിവാക്കുവാൻ വേണ്ടി മറ്റ് പല കീടനിവാരണോപായങ്ങളും കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. പക്ഷേ പരിപൂർണവിജയം ഇതുവരെ നേടിയിട്ടില്ല.

കന്നുകാലി വിസർജ്യങ്ങൾ

മണ്ണിന് വളക്കൂറുണ്ടാക്കുന്നതിനുള്ള ഒരു മുഖ്യസ്രോതസ്സായി കന്നുകാലിവിസർജ്യങ്ങൾ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. പക്ഷേ അവ ദുർഗന്ധത്തിന്റെയും ജലമലിനീകരണത്തിന്റെയും ഗുരുതരമായ പ്രശ്നങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നുണ്ട്. ജന്തുജന്യമായ അവശിഷ്ടങ്ങൾ, കഴുകിക്കളയുന്ന വെള്ളത്തിലൂടെ നീർച്ചാലുകളിൽ എത്തിച്ചേരുന്നത് ഒരു വലിയ പ്രശ്നമാണ്. അവശിഷ്ടങ്ങളിലടങ്ങിയിട്ടുള്ള രോഗകാരണങ്ങളായ ജീവികൾ മനുഷ്യരിൽ എത്തിച്ചേരുന്നു എന്നതാണ് ഏറ്റവും വലിയ കുഴപ്പം. എന്ന് മാത്രമല്ല നഗരങ്ങളിലെ വാഹിതമലത്തെ സംസ്കരിക്കുന്നതുപോലെ മൃഗജന്യാവശിഷ്ടങ്ങളെ കൈകാര്യംചെയ്യാൻ സാധ്യമല്ല. സംസ്കരണം ചെയ്യാത്ത വാഹിതമലത്തിന്റെ ബിഒഡി 200 പിപിഎം, സിഒഡി 400 പിപിഎം, നൈട്രജൻ 40 പിപിഎം ആയിരിക്കെ, കന്നുകാലികേന്ദ്രങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള അഴുക്ക്

വെള്ളത്തിൽ ഇതു യഥാക്രമം 1000, 8000, 700 പിപിഎം വരെ ഉണ്ടാകാം. അതിനാൽ നാഗരിക വാഹിത മലത്തിന്റെ സംസ്കരണ രീതികൾ, കന്നുകാലി കേന്ദ്രങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള അവശിഷ്ടങ്ങളെ സംബന്ധിച്ച് പ്രായോഗികമല്ല. കൂടാതെ ഈ കേന്ദ്രങ്ങളിൽ നിന്നു അഴുക്കുകൾ ഒഴുകുമ്പോൾ അവ എത്തിച്ചേരുന്ന ജലപ്രവാഹങ്ങളിൽ കനത്ത മലിനീകരണം ഉണ്ടാവുകയും വൻതോതിൽ മത്സ്യങ്ങൾ ചത്തൊടുങ്ങാൻ ഇടയാവുകയും ചെയ്യുന്നു.

മൃഗജന്യാവശിഷ്ടങ്ങളുടെ നിയന്ത്രണം പ്രാധാന്യമുള്ള പ്രശ്നമാണ്. ജൈവികരീതിയിലുള്ള നിയന്ത്രണം തൃപ്തികരമാണെന്ന് റിപ്പോർട്ടുകളുണ്ട്. പക്ഷേ ഇതിനുള്ള ബുദ്ധിമുട്ടുകൾക്ക് ലളിതമായ പരിഹാരങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു.

അവസാദങ്ങൾ

കരപ്രദേശങ്ങളിൽ നിന്നും, വിളഭൂമികളിൽ നിന്നും, അമിതമായ കാലിമേച്ചിൽ കാരണം തരിശായിട്ടുള്ള ഭൂമികളിൽ നിന്നും, മഴകൊണ്ടും വെള്ളപ്പൊക്കംകൊണ്ടും കുത്തിയൊലിച്ചുണ്ടാകുന്ന മണ്ണും ഖനിജകണികകളുമാണ് അവസാദമായിത്തീരുന്നത്. ഇത് പല ദോഷഫലങ്ങൾക്കും കാരണമാകുന്നുണ്ട്. അവസാദങ്ങൾ നദികളിലും അണക്കെട്ടുകളിലും വന്നു നിറയുന്നു. ജലീയസസ്യങ്ങൾക്ക് കിട്ടുന്ന സൂര്യപ്രകാശത്തിനും അതുകൊണ്ട് കുറവു വരുന്നു. അവ മത്സ്യങ്ങളുടെ നീഡങ്ങളെയും മുട്ടകളെയും ഭക്ഷ്യവസ്തുക്കളെയും മൂടിക്കളയുന്നതിനാൽ മത്സ്യങ്ങളുടെയും കവചമത്സ്യങ്ങളുടെയും സംഖ്യ ക്ഷയിക്കുവാൻ ഇടയാകുന്നു. ഉപരിതലത്തിലെ അഴുക്കു ജലങ്ങളിൽ നിന്ന് വന്നുചേരുന്ന നിലംബിത പദാർഥങ്ങൾ വാഹിത മലവിസർജ്യങ്ങളിൽ നിന്നുള്ളതിനേക്കാൾ എല്ലായ്പ്പോഴും അധികമാണെന്ന് കണക്കാക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

ഉപസംഹാരം

കാർഷിക പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ നിന്ന് ജലമലിനീകരണമുണ്ടാവാൻ പലവിധത്തിലുള്ള അനേകം സാധ്യതകളുണ്ട്. എന്നാൽ കൃഷികൊണ്ട് സംജാതമാകുന്ന മലിനീകരണം വാഹിതമലം കൊണ്ടും വ്യവസായവിസർജ്യങ്ങൾ കൊണ്ടും സംഭവിക്കുന്നതിനേക്കാൾ വളരെ കുറവാണെന്ന വസ്തുത എടുത്തുപറയേണ്ടതുണ്ട്.

ജലമലിനീകരണം-ജലഗുണതാമാപനം

ജലമലിനീകരണം നിയന്ത്രിക്കുവാൻ, അതിന്റെ പരിണാമപരമായ മാപനങ്ങൾ നടത്തേണ്ടതുണ്ട്. മലിനീകരണപദാർഥങ്ങൾ വെള്ളത്തിൽ ഉള്ളത്

ഏതെല്ലാമാണെന്നോ എത്രത്തോളമാണെന്നോ അറിയാതെ ഉചിതമായ പ്രത്യേക സംസ്കരണരീതി നിർണയിക്കുവാൻ സാധ്യമല്ല. പക്ഷേ ജല ഗുണതാമാപനം ശ്രമകരമാണ്. അത് നടത്താൻ ജലവിശ്ലേഷണത്തിൽ കുറച്ചൊക്കെ പരിചയവും വേണം. പരിമാണപരമായ മാപനങ്ങളെപ്പറ്റി വിസ്തരിച്ച് പ്രതിപാദിക്കുവാൻ ഇവിടെ സാധ്യമല്ല. അതിന് പ്രത്യേകി ച്ചൊരു ഗ്രന്ഥം തന്നെ വേണ്ടിവരും. മാപനരീതികളുടെ ഒരു സാമാന്യ വിവരണം മാത്രമേ ഇവിടെ, തുടർന്നുവരുന്ന പേജുകളിൽ, കൊടുക്കു ന്നുള്ളു. (മാപനോപാധികളെയും രീതികളെയും പറ്റി കൂടുതൽ വിശദ വിവരങ്ങൾക്ക് നോക്കുക: "Standard Methods for the examination of water and waste water" 14th edition, 1974; American Public Health Association.)

എ. രാസീയവും ഭൗതികവുമായ പരിശോധന

I മലിനീകരണത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്ന രാസവസ്തുക്കൾ

1. നൈട്രജൻ: ലവണീയ(saline) ഘടകങ്ങളിലുള്ള നൈട്രജനെ അമോ ണിയാമയ നൈട്രജൻ എന്നും (ammoniacal nitrogen). അമിനോ അമ്ലങ്ങൾ. പ്രോട്ടീനുകൾ, അമീനുകൾ എന്നീ ജൈവഘടകങ്ങളിലുള്ള നൈട്രജനെ അൽബുമിനോയ്ഡ് (albuminoid) നൈട്രജൻ എന്നും പറയുന്നു. ഈ രണ്ട് വകുപ്പിലുമുള്ള നൈട്രജന്റെ അളവ് നെസ്ലർ റീയേജന്റ് (Nessler's reagent) ഉപയോഗിച്ച് വെവ്വേറെ നിർണയിക്കാവുന്നതാണ്. ആദ്യമായി, സാമ്പിൾ ജലത്തിൽ ഫോസ്ഫേറ്റ് ബഫർ (buffer) ചേർത്തശേഷം സ്വേദ നവിധേയമാക്കുന്നു. (ബഫറിന്റെ pH മൂല്യം 7.4). സ്വേദനത്തിൽ അമോ ണിയാമയ നൈട്രജൻ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ക്ഷാരീയമായ പൊട്ടാസ്യം പെർമാംഗനേറ്റ് ചേർത്ത് സ്വേദനം തുടരുന്നു. രണ്ടാമത്തെ സ്വേദനത്തിൽ അൽബുമിനോയ്ഡ് നൈട്രജൻ ലഭിക്കുന്നു.

ആകെയുള്ള ജൈവനൈട്രജൻ (ജെൽഡാൽ രീതി–Kjeldahl method): ആകെയുള്ള ജൈവനൈട്രജൻ നിർണയിക്കുവാൻ, സ്വതന്ത്രമായ അമോ ണിയ സ്വേദനം കൊണ്ട് മാറ്റിയ ശേഷം സാമ്പിൾ ദഹനവിധേയമാക്കുന്നു. ദഹനശേഷം ഉണ്ടാകുന്ന അമോണിയ സ്വേദനം ചെയ്ത് ഒരു സ്റ്റാൻഡേർഡ് അമ്ലം കൊണ്ട് അനുമാപനം (titration) ചെയ്യുന്നു. ദഹന ത്തിന് സൾഫ്യൂരിക്ക്ആസിഡും രാസത്വരകമായി കോപ്പർസൾഫേറ്റും ഉപയോഗിക്കുന്നു. ദഹനത്തിനുശേഷം സാമ്പിൾ ഉദാസീനീകരിച്ച് (ഇതി നായി ശക്തമായ ഒരു ക്ഷാരമുപയോഗിക്കുന്നു) പിന്നീട് സ്വേദനവിധേയ മാക്കുകയാണ്. ആകെയുള്ള ജെൽഡാൽ നൈട്രജനും, സ്വതന്ത്രഅ മോണിയയും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസമായും ജൈവനൈട്രജൻ കണ ക്കാക്കാം.

നൈട്രൈറ്റ് നൈട്രജൻ (Nitrite nitrogen): ഇതിന്റെ മാപനം സാധിക്കുന്നത് ചുമന്ന ഒരു നീലലോഹിതവർണകം രൂപീകരിച്ചാണ്. അതിനായി ഡയസോകരിച്ച സൾഫാനിലിക്ക് ആസിഡും (diazotised sulfanilic acid) 2-നാഫ്തിലമീൻ ഹൈഡ്രോ ക്ലോറൈഡും (2 – naphthylamine) സംയോജിപ്പിച്ച്, 2.0–2.5 pH–മൂല്യമുള്ള മാധ്യമം ഉണ്ടാക്കുന്നു.

2. ബയോകെമിക്കൽ ഓക്സിജൻ ഡിമാൻഡ് (ബി ഒ ഡി): വിഘടനീയമായ ജൈവപദാർഥങ്ങളെ സ്ഥിരാവസ്ഥയിലെത്തിക്കുന്ന പ്രക്രിയയിൽ ബാക്ടീരിയങ്ങളും മറ്റ് സൂക്ഷ്മജീവികളും വിനിയോഗിക്കുന്ന ഓക്സിജന്റെ അളവിനെയാണ് ബി.ഒ.ഡി എന്നു പറയുന്നത്. പ്രസിദ്ധമായ വിങ്ക്ളർരീതി (Winkler method) അവലംബിച്ച്, സാമ്പിളിൽ വിലയിച്ചിട്ടുള്ള ഓക്സിജൻ എത്രയെന്ന് തിട്ടപ്പെടുത്താം. ഇതിലടങ്ങിയിട്ടുള്ള അടിസ്ഥാന പ്രക്രിയ ഒരു ക്ഷാരീയലായനിയിൽ മാംഗനസ് ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് (manganous hydroxide) ഓക്സീകരിക്കുക എന്നതാണ്. ഒരു അയോഡൈഡിന്റെ (iodide) സാന്നിധ്യത്തിൽ അമ്ലീകരിക്കുമ്പോൾ, മാംഗനസ് ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് വിലയിക്കുകയും സ്വതന്ത്ര അയോഡിൻ വിമുക്തമാവുകയും ചെയ്യും. ഈ അയോഡിന്റെ അളവെത്രയാണോ അത്രതന്നെയാണ് മുമ്പ് സാമ്പിളിൽ വിലയിതമായിരുന്ന ഓക്സിജനും. വിമുക്തമായ അയോഡിൻ സ്റ്റാർച്ച് സൂചകമായി അനുമാപനം ചെയ്യുന്നു.

3. കെമിക്കൽ ഓക്സിജൻ ഡിമാൻഡ് (സമ്പൂർണ ജൈവപദാർഥം): ബിഒഡി പരിശോധനകൊണ്ട് സമ്പൂർണ ജൈവപദാർഥം തിട്ടപ്പെടുത്താമെങ്കിലും അതിന് പല ന്യൂനതകളുമുണ്ട്. അത് പരിഹരിക്കാൻ കെമിക്കൽ ഓക്സിജൻ ഡിമാൻഡ് പരിശോധിക്കാവുന്നതാണ്. യഥാർഥത്തിൽ അത് എല്ലാ ജൈവദ്രവ്യത്തെയും പൊട്ടാസ്യം ഡൈക്രോമേറ്റ് (potassium dichromate) ഉപയോഗിച്ച് രാസീയമായി ഓക്സീകരിക്കുന്ന പ്രക്രിയയാണ്. ഒരു നിശ്ചിത അളവുള്ള സാമ്പിളിൽ നിശ്ചിതമാനത്തിൽ പൊട്ടാസ്യം ഡൈക്രോമേറ്റ് കലർത്തിയശേഷം ആ മിശ്രിതത്തിൽ സാന്ദ്രീകൃതമായ സൾഫ്യൂരിക്ക് ആസിഡ് ഒഴിച്ച് തിളപ്പിക്കുന്നു. തിളപ്പിച്ചശേഷം അധികമുള്ള പൊട്ടാസ്യംഡൈക്രോമേറ്റ് അനുമാപനം കൊണ്ട് എത്രയെന്ന് നിർണയിക്കാം. അനുമാപനത്തിന് ഫെറോയിൻ (ferroin) സൂചകമായി ഫെറസ് അമോണിയം സൾഫേറ്റ് ഉപയോഗിക്കുന്നു. ആദ്യം ചേർത്ത ക്രോമേറ്റും ബാക്കിയുള്ള ക്രോമേറ്റും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസമാണ് ജൈവദ്രവ്യങ്ങളെ ഓക്സീകരിക്കാൻ വേണ്ടിവന്ന ക്രോമേറ്റിന്റെ അളവ്.

II. വിഷാലുക്കളായ രാസവസ്തുക്കൾ

1. ***ആർസെനിക്ക്***: സാന്ദ്രീകരണത്തിന് വിധേയമാക്കിയ സാമ്പിളിൽനിന്ന്

ആർസീൻ (arsine) എന്ന പദാർഥമാക്കി ആർസെനിക്ക് വേർപെടുത്തുന്നു. ഒരു ഗുട്സൈറ്റ് ഉല്പാദകം (Gutzeit generator) ഇതിനായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നു. ഒരു അമ്ലീയലായനിയിൽ വർത്തിക്കുന്ന സിങ്ക് (zinc) ആണ് മേൽപറഞ്ഞ രാസീയ പരിവർത്തനം സൃഷ്ടിക്കുന്നത്. ഇങ്ങനെ രൂപീകൃതമാവുന്ന ആർസിൻ, സോഡിയം ഹൈപ്പോബ്രോമൈറ്റ് (sodium hypobromite) ലായനിയിൽ ലയിപ്പിക്കുകയും പഞ്ചസംയോജകാവസ്ഥയിലേക്ക് (pentavalent) ഓക്സീകൃതമാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഓക്സീകൃതമായ ആർസിൻ, അമ്ലലായനിയിൽ അമോണിയം മോളിബ്ഡേറ്റും നിരോക്സീകരണപദാർഥമായ ഹൈഡ്രസിൻ സൾഫേറ്റുമായി സംയോജിച്ച് ഒരു നീലനിറമുണ്ടാകുന്നു.

2. *കാഡ്മിയം*: കാഡ്മിയം ഡൈതിസോണുമായി (dithizone) പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ കടുംചുമപ്പുനിറമുള്ള ഒരു സമ്മിശ്രമുണ്ടാകുന്നു. ഇതു ശക്തമായ ക്ഷാരീയതയുള്ള ലായനികൊണ്ട് വേർതിരിക്കുമ്പോൾ വെള്ളി, മെർക്കുറി, ചെമ്പ്, കോബാൾട്ട് എന്നിവ മാത്രമേ തടസ്സമാവുന്നുള്ളു. ഇവയെ പ്രാഥമിക നിഷ്കർഷണം കൊണ്ട് നീക്കിക്കളയാവുന്നതാണ്.

3. *ക്രോമിയം*: ഷഷ്ഠസംയോജകമായ (hexavalent) ക്രോമിയം എസ്-ഡൈഫിനൈൽ കാർബസൈഡുമായി, ലഘുവായ അമ്ലലായനിയിൽ, പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ചുവപ്പുകലർന്ന ഒരു വയലറ്റുനിറമുണ്ടാകുന്നു. ഇതിന്റെ മാപനം നേരിട്ടു വീക്ഷിച്ചോ പ്രകാശമാപീയമായോ നിർവഹിക്കാവുന്നതാണ്.

4. *ചെമ്പ്*: ചെമ്പിന്റെ അയോണുകൾ, 5 മുതൽ 6 വരെ pH-മൂല്യമുള്ള കുപ്രിത്തോൾ (cuprethol) (bis-2-hydroxy ethyl) ഡൈതയോകാർബമേറ്റുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ മഞ്ഞനിറമുള്ള ഒരു കീലേറ്റ് (chelate) ഉണ്ടാകുന്നു. ബഫർ ആയി ഹൈഡ്രോക്ളോറിക്ക് ആസിഡും സോഡിയം അസറ്റേറ്റും ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇരുമ്പിന്റെ ഇടപെടൽ നീക്കുവാൻ പൈറോഫോസ്ഫേറ്റ് ചേർക്കാറുണ്ട്.

5. *സയനൈഡ്*: സാമ്പിളിലുള്ള CN അയോൺ, സ്വേദനത്തിലൂടെ HCN ആയി മാറ്റുകയും ക്ളോറോമീൻ-ടി (chloromine-T) എന്ന പദാർഥത്തോട് പ്രതിപ്രവർത്തിപ്പിച്ച് സയനജൻ ക്ലോറൈഡ് രൂപീകരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതിനായി pH മൂല്യം എട്ടിൽ താഴെയാണ്. പ്രതിപ്രവർത്തനം അവസാനിക്കുമ്പോൾ, പിരിഡിൻ പൈറസോളോൺ ചേർക്കുന്നു (pyridine-pyrazolone). അപ്പോൾ സംജാതമാകുന്ന നീലവർണകം വർണമാപികൊണ്ട് നിരീക്ഷിച്ച് സയനജൻ ക്ലോറൈഡ് തിട്ടപ്പെടുത്താവുന്നതാണ്.

6. *കറുത്തീയം*: സിട്രേറ്റ് ചേർന്നിട്ടുള്ള ഒരു ക്ഷാരീയലായനിയിൽ നിന്ന് കറുത്തീയം, ക്ലോറോഫോമും ഡൈത്തിസോണും (dithizone) ഉപയോ

ഗിച്ച് നിഷ്കർഷണം ചെയ്യുന്നു. ക്ലോറോഫോമിൽ വിലയിക്കുന്ന ലോഹ സമ്മിശ്രം ഒരു ചുമന്ന നിറം സൃഷ്ടിക്കുന്നു.

7. *ഫിനോളിക് സംയുക്തങ്ങൾ*: 4-അമിനോ-ആന്റിപൈറിൻ എന്ന പദാർഥത്തോട് സംയോജിക്കുമ്പോൾ ഒരു ആന്റിപൈറിൻ ചായം ഉണ്ടാകുന്നു. ഫെറിസയനൈഡിന്റെ (ferricyanide) സാന്നിധ്യത്തിലാണിത്. pH-മൂല്യം 10.0+-0.2. ക്ലോറോഫോം ഉപയോഗിച്ച് ഈ ചായം വേർതിരിക്കുകയും പ്രകാശമിതീയരീതിയിൽ തിട്ടപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യാം.

8. *സെലീനിയം*: ഹൈഡ്രോബ്രോമിക് ആസിഡും (hydrobromic acid) ബ്രോമിനും ചേർത്ത് സ്വേദനം ചെയ്യുമ്പോൾ സെലീനിയം വിമുക്തമാവുന്നു, സെലീനിയം ബ്രോമൈഡിന്റെ (Selenium bromide) രൂപത്തിൽ. സെലീനിയം ബ്രോമൈഡ് ജലീയലായനിയിൽ സെലീനിയസ് ആസിഡ് ആകുന്നു. അധികമുള്ള ബ്രോമൈഡ്, സൾഫർഡയോക്സൈഡ് ഉപയോഗിച്ച് നിരോക്സീകരിക്കുന്നു. സെലീനിയസ് ആസിഡ്, ഹൈഡ്രോക്സിൽ അമീൻ ഹൈഡ്രോക്ലോറൈഡ് (hydroxyl amine hydrochloride) ഉപയോഗിച്ച് നിരോക്സീകരിച്ച്, മൂലകരൂപത്തിൽ സെലീനിയം വേർതിരിക്കുന്നു. സ്ഥിരാവസ്ഥയിൽ, ചുമന്ന നിറത്തിലുള്ള ഒരു കൊളോയ്ഡ് നിലംബനമായി സെലീനിയം അവക്ഷിപ്തമാകുന്നു. അതിന്റെ മാപനം നേരിട്ട് നിരീക്ഷിച്ചോ പ്രകാശമാപീയരീതിയിലോ നിർവഹിക്കാവുന്നതാണ്. "ഡയമിനോ ബെൻസിഡിൻ രീതി" (Diamino benzidine method) ഉപയോഗിച്ച് മറ്റൊരു വിധത്തിലും സെലീനിയം നിർണയിക്കാം. നോക്കുക: "Standard Methods", 13th edition APHA, 1971

9. *സിങ്ക്*: ഡൈത്തിസോണുമായി രാസപ്രവർത്തനം നടത്തുമ്പോൾ സിങ്ക്, ചുമന്നനിറമുള്ള സിങ്ക് ഡൈത്തിസോണേറ്റ് (zinc dithizonate) ആയി രൂപാന്തരപ്പെടുന്നു. ഈ വസ്തു അഭിക്രിയാകാരകങ്ങളായ ലോഹങ്ങളിൽ നിന്ന് മാറ്റിയെടുക്കാവുന്നതാണ്. ഇതിനായി pH-മൂല്യം 4 നും 5.5 നും ഇടയ്ക്ക് ആകുന്ന വിധത്തിൽ ക്രമീകരണം ചെയ്താൽ മതിയാവും. അതിന്ശേഷം പ്രകാശമിതി അവലംബിച്ച്, സിങ്കിന്റെ പരിമാണം നിർണയിക്കാൻ സാധിക്കും.

10. *മറ്റു വിഷാലുപദാർഥങ്ങൾ*: (i) *പ്രതലക്ഷാളകങ്ങൾ(surfactants) (ഡിറ്റർജന്റുകൾ)* ആനയോണിക്ക് പ്രതലക്ഷാളകങ്ങൾ മെതിലിൻ ബ്ലൂ (methylene blue) വിനോട് അഭിക്രിയചെയ്യുമ്പോൾ നീലനിറമുള്ള ഒരു ലവണം ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ ലവണം ക്ലോറോഫോമിൽ വിലയിപ്പിച്ച് നിഷ്കർഷണം ചെയ്തശേഷം 6250 (A) തരംഗദൈർഘ്യത്തിൽ മാപനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

(ii) *എണ്ണയും ഗ്രീസും*: വിലയിച്ചതോ എമൾഷൻ രൂപത്തിലോ ആയ എണ്ണയും ഗ്രീസും വെള്ളത്തിൽനിന്ന് കാർബണികലേയങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് നിഷ്കർഷണം ചെയ്യാം. അതിന് ശേഷം ലേയത്തെ ബാഷ്പീക

രിച്ച് മാറ്റുകയും എണ്ണയുടെ ഭാരം നിർണയിക്കുകയുമാവാം.

III ആരോഗ്യത്തെ ബാധിക്കുന്ന രാസവസ്തുക്കൾ

ഫ്ളൂറൈഡ്: ഫ്ളൂറൈഡും ഒരു സിർക്കോണിയം ചായ മാധ്യമവും തമ്മിലുള്ള രാസപ്രവർത്തനത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയും വർണമിതീയ രീതി ഉപയോഗിച്ചുമാണ് ഫ്ളൂറൈഡ് തിട്ടപ്പെടുത്തുന്നത്. ഫ്ളൂറൈഡ്, ചായത്തിന്റെ ഒരംശത്തെ വിഘടിപ്പിക്കുകയും വർണരഹിതമായ ഒരു സമ്മിശ്ര ആനയോൺ സൃഷ്ടിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഫ്ളൂറൈഡിന്റെ സാന്ദ്രത വർധിക്കുന്തോറും, ചായത്തിന്റെ നിറം മങ്ങിവരുകയോ അതിന് മാറ്റം വന്നുകൊണ്ടിരിക്കുകയോ ചെയ്യും.

നൈട്രേറ്റ്: നൈട്രേറ്റ് 2,4 – ഫിനോൾഡൈസൾഫോണിക്ക് ആസിഡുമായി (2,4 -phenoldisulfonic acid) പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ 6 നൈട്രോ-2,4- ഫിനോൾഡൈസൾഫോണിക്ക് ആസിഡ് (6 nitro-2,4-phenoldisulfonic acid) ആയി രൂപാന്തരപ്പെടുന്നു. ഇത് ശക്തമായ ഒരു ക്ഷാരത്തിന്റെ അഭിക്രിയയ്ക്കു വിധേയമാക്കുമ്പോൾ, മഞ്ഞനിറമുള്ള ഒരു ലവണമുണ്ടാകുന്നു. വർണമിതീയമാപനത്തിന് ഈ ലവണം ഉപാധിയാക്കാം.

IV പേയതയെ (potability) ബാധിക്കുന്ന രാസവസ്തുക്കൾ

1. *നിറത്തെ ബാധിക്കുന്ന വസ്തുക്കൾ*: സാമ്പിൾ വെള്ളത്തിന്റെ 'യഥാർഥനിറം' അതിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള സൂക്ഷ്മകൊളോയ്ഡുകളായോ, വിലയിതമായോ (നിലംബിതമല്ലാതെ) വർത്തിക്കുന്ന പദാർഥങ്ങൾ കാരണമാണുണ്ടാകുന്നത്. യഥാർഥനിറം പ്ലാറ്റിനം കൊബാൾട്ടിന്റെ മാനകവർണലായനിയോട് ദൃശ്യതാരതമ്യം കൊണ്ട് നിർണയിക്കാവുന്നതാണ്.

2. *കലുഷത*: കലുഷത നിർണയിക്കുന്നതിനുള്ള പ്രാമാണിക വിധി 'ജാക്ക്സൺ കാൻഡിൽ മെത്തേഡ്' (Jakson candle methold) എന്ന പേരിലറിയപ്പെടുന്നു. ഈ രീതി കൊണ്ട് മാനകീകൃതമായ നിലംബനങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് മാനകീകരിച്ച കലുഷതാമാപിനികൾ പ്രയോജനപ്പെടുത്തി സാമ്പിൾ വെള്ളത്തിന്റെ കലുഷത അളക്കുവാൻ സാധിക്കും.

3. *ഗന്ധം*: വായവട്ടം കൂടിയ 500 എം എൽ എർലൻമെയർ ഫ്ളാസ്കിൽ (Erlenmeyer flask), 250 എം എൽ സാമ്പിൾ ജലം, 20 ഡിഗ്രിയിൽ, ഒഴിച്ച് കുലുക്കിയ ശേഷം മണത്തുനോക്കുക. ഇതു വഴി ശീതഗന്ധ ഗുണത ലഭിക്കുന്നു. തപ്ത ഗന്ധ ഗുണത ലഭിക്കുവാൻ മേല്പറഞ്ഞ 500 എം എൽ ഫ്ളാസ്കിൽ 250 എം എൽ സാമ്പിൾ ഒഴിച്ചശേഷം ഏകദേശം 58 – 60 (സി) വരെ ചൂടാക്കുക. അടപ്പ് നീക്കി, ഗന്ധം മണത്തറിയുക.

4. ***അവശിഷ്ടം***: ഉചിതമായ ഒരു അളവിൽ സാമ്പിൾ ജലം ഒരു പ്ലാറ്റിനം പാത്രത്തിലെടുത്ത് ബാഷ്പീഭവിപ്പിക്കുന്നു. ചൂടാക്കുവാൻ ജലതാപം ഉപയോഗിക്കുന്നു. പാത്രത്തിൽ അവശേഷിക്കുന്ന പദാർഥത്തിന്റെ തൂക്കം നോക്കിയാൽ, ഒരു ലിറ്റർ വെള്ളത്തിൽ എത്രത്തോളം ഖരപദാർഥം ഉണ്ടെന്നു കണക്കാക്കാം. നിലംബിതപദാർഥങ്ങൾ ഉണ്ടെങ്കിൽ വെള്ളം അരിച്ചശേഷമാണ് ബാഷ്പീഭവിപ്പിക്കേണ്ടതും അവശിഷ്ടഭാരം കാണേണ്ടതും. ഇപ്രകാരം ലഭിക്കുന്നത് ആകെയുള്ള വിലയിതഖരപദാർഥത്തിന്റെ ഭാരമാണ്. പൂർണഖരവസ്തുഭാരവും വിലയിതഖരവസ്തുഭാരവും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം നിലംബിതപദാർഥത്തിന്റെ ഭാരമാകുന്നു.

5. *ഹൈഡ്രജൻ അയോൺ സാന്ദ്രത (pH)*: സാമ്പിൾ ജലത്തിന്റെ pH-മൂല്യം, pH മീറ്റർ ഉപയോഗിച്ചു നിർണയിക്കാം. അല്ലെങ്കിൽ ഉചിതമായ സൂചകലായനികളുപയോഗിച്ച് വർണമിതീയരീതിയും അവലംബിക്കാം.

6. *കാൽസ്യം*: മാനകലായനിയായ ഇഡിടിഎ (EDTA) ഉപയോഗിച്ച് അനുമാപനം ചെയ്ത് കാൽസ്യത്തിന്റെ അളവ് കണ്ടെത്തുന്നു. മഗ്നീഷ്യത്തെ ഗോപനംചെയ്ത്, സൂചകമായി മ്യൂറെക്സൈഡ് (murexide) ചേർത്തുകൊണ്ടാണ് അനുമാപനം.

7. *മഗ്നീഷ്യം*: അവക്ഷേപകമായി ഡൈയമോണിയം ഹൈഡ്രജൻ ഫോസ്ഫേറ്റ് ഉപയോഗിച്ച് ഗുരുത്വമിതീയ രീതിയിലാണ് മഗ്നീഷ്യം അളക്കുന്നത്. അവക്ഷേപത്തിനുമുമ്പ് കാൽസ്യം നീക്കിയിരിക്കണം. മറ്റൊരുവിധത്തിൽ, പൂർണദൃഢതയും, (total hardness) കാൽസ്യം ദൃഢതയും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസവും മഗ്നീഷ്യത്തിന്റെ സാന്ദ്രത നൽകുന്നു.

8. *ഇരുമ്പ്*: അമ്ലത്തിൽ തിളപ്പിച്ച് ഇരുമ്പ് വിലയിപ്പിച്ചശേഷം ഹൈഡ്രോക്സിൽ അമൈൻഹൈഡ്രോക്ലോറൈഡ് (hydroxyl amine hydrochloride) കൊണ്ട് നിരോക്സീകരിച്ച് ഫെറസ് അവസ്ഥയിലേക്ക് പരിവർത്തനം ചെയ്യിക്കുന്നു. ഇത് 1,10-ഫിനാന്ത്രോലിൻ (1,10- phenanthroline) ചേർക്കുമ്പോൾ, ചുമന്ന നിറമുള്ള ഒരു സമ്മിശ്രമുണ്ടാവുകയും വർണമിതീയമാപനം നടത്തുവാൻ സാധിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

9. *മാംഗനീസ്*: വിലേയമായ മാംഗനീസ് സംയുക്തങ്ങൾ പെർസൾഫേറ്റ്കൊണ്ട് ഓക്സീകരിക്കുമ്പോൾ പെർമാംഗനേറ്റ് രൂപംകൊള്ളുന്നു. ഇതിന്റെ നിറം മാപനംചെയ്ത് മാംഗനീസിന്റെ സാന്ദ്രത ഗണിച്ചെടുക്കുന്നു. അഭിക്രിയയിൽ ത്വരകമായി സിൽവർനൈട്രേറ്റ് ഉപയോഗിക്കുന്നു.

10. *ക്ലോറൈഡ്*: ഉദാസീനമോ അല്പക്ഷാരീയമോ ആയ സിൽവർനൈട്രേറ്റ്ലായനിയിൽ അനുമാപനംചെയ്ത് ക്ലോറൈഡിന്റെ അളവെടുക്കാം. സൂചകം, പൊട്ടാസ്യം ക്രോമേറ്റ്.

11. *സൾഫേറ്റ്*: സാമ്പിൾ ജലത്തിലുള്ള സൾഫേറ്റ്, ബേരിയംക്ലോറൈഡ്

ഉപയോഗിച്ച്, വിലേയമല്ലാത്ത ബേരിയംസൾഫേറ്റ് ആക്കിമാറ്റുന്നു. ഇത് പിന്നീട് ഗുരുത്വമാപനരീതിയിൽ തിട്ടപ്പെടുത്തുന്നു.

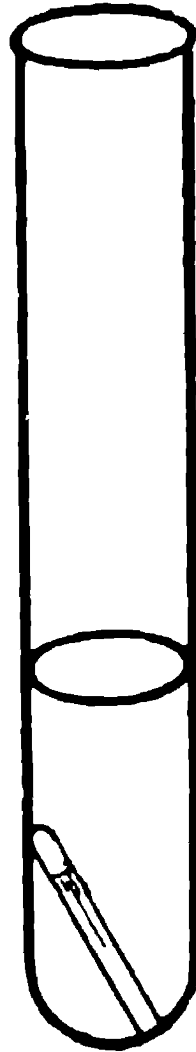
ബി. ബാക്ടീരിയാവിജ്ഞാനം അവലംബിച്ചുള്ള പരിശോധന

ജലത്തിൽ പലതരം രോഗഹേതുകജീവികളുണ്ട്. ഓരോന്നിനും പ്രത്യേകമായ സംസൂചനരീതിയുണ്ട്. പക്ഷേ ഈ ജീവികളുടെ സാന്ദ്രത, മാപനം ശ്രമകരമാക്കുന്ന തോതിൽ, അത്ര കുറവാണ്. അതിനാൽ സംസൂചനത്തുരേഖങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചാണ് സംസൂചനം നടത്തുന്നത്.

കോളിഫോം (coliform) എന്ന പേരിലറിയപ്പെടുന്ന ഒരുതരം സൂക്ഷ്മാണുക്കളെയാണ് സംസൂചകമായി (indicator) മിക്കപ്പോഴും ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഉഷ്ണരക്തജന്തുക്കളുടെ കുടലിൽ സാധാരണമായി കാണപ്പെടുന്നവയാണ് ഈ സൂക്ഷ്മാണുക്കൾ. അവ എണ്ണത്തിൽ ഏറെയുള്ളതും സംസൂചനത്തിന് എളുപ്പമുള്ളതുമാകുന്നു. എന്നാൽ കോളിഫോമുകൾ ഉണ്ടെന്നുവെച്ച് രോഗാണുക്കൾ ഉണ്ടായിക്കൊള്ളണമെന്നില്ല. ഉണ്ടാകാമെന്നേയുള്ളു. കോളിഫോമുകൾ വളരെ വർധിച്ച് കാണുന്നുണ്ടെങ്കിൽ, സംശയിക്കേണ്ടതുണ്ട്. അങ്ങനെയുള്ള വെള്ളം (രാസഘടനാപരമായി സുരക്ഷിതമാണെങ്കിലും) കുടിക്കുവാൻ പാടുള്ളതല്ല.

കോളിഫോമുകളെ മാപനംചെയ്യുന്നതിന് ഏറ്റവും പ്രാചുര്യമുള്ളതും ലളിതവുമായ രീതി 'മോസ്റ്റ് പ്രോബബിൾ നമ്പർ' എന്ന പേരിൽ അറിയപ്പെടുന്നതാണ്. കോളിഫോം അണുക്കൾ ലാക്ടോസിനെ പുളിപ്പിക്കാൻ പര്യാപ്തമാണെന്ന വസ്തുതയാണ് ഈ ടെസ്റ്റിന് അടിസ്ഥാനം. ലാക്ടോസ് പുളിക്കുമ്പോൾ സൂപ്പ് കലുഷമാവുകയും ചെറിയതോതിൽ വാതകം വിമുക്തമാവുകയും ചെയ്യുന്നു. വാതകം ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നുണ്ടോ എന്നറിയാൻ ലാക്ടോസ് സൂപ്പ് വച്ചിട്ടുള്ള ട്യൂബിനകത്ത് ഒരു ചെറിയ ട്യൂബ് (ഇതിന് ഡർഹാം ട്യൂബ് എന്ന് പേർ) തലകീഴായി വെക്കുന്നു. കുത്തിവപ്പിന്ശേഷം (സൂപ്പിലേക്ക് സാമ്പിൾജലം ഒഴിച്ചശേഷം), സൂപ്പ് ഒരു ചൂടറയിൽ 37± 2°c യിൽ 48 മണിക്കൂർനേരം വെക്കുന്നു. ഈ ഇൻക്യുബേഷൻ കഴിയുമ്പോൾ, വാതകം ഉണ്ടായിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ അത് ചെറിയ ട്യൂബിൽ സംഭൃതമായിരിക്കും. കോളിഫോമുകളുടെ സാന്നിധ്യത്തിന്റെ തെളിവാണിത്.

യഥാർഥപരീക്ഷണത്തിൽ 10 എംഎൽ, 1.0 എംഎൽ, 0.1 എംഎൽ വീതം അഞ്ചു ട്യൂബുകളുടെ മുമ്മൂന്നു സെറ്റ് സാമ്പിളുകളാണ് സൂപ്പിനകത്ത് വക്കുന്നതും സ്ഥിരതാപത്തിൽ നിർത്തുന്നതും. നാൽപത്തെട്ട് മണിക്കൂറിന്ശേഷം, ധനാത്മക (positive) ട്യൂബുകളുടെ (അതായത് വാതകം ഉത്ഭവിച്ചിട്ടുള്ള ട്യൂബുകളുടെ) എണ്ണമെടുത്തശേഷം, MPN സൂചിക ഉപയോഗിച്ച് 100 എംഎൽ സാമ്പിൾ ജലത്തിൽ എത്ര കോളിഫോം അണുക്ക



ചിത്രം10. ലാക്ടോസ് പുളിപ്പിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന അമ്ലവും വാതകവും കാണിക്കുന്ന ലാക്ടോസ് സൂപ്പിന്റെ ട്യൂബ്.

ളുണ്ടെന്ന് കണക്കാക്കുന്നു. (MPN സൂചികയ്ക്ക് നോക്കുക: "British Ministry of Housing and Local Government" Fourth edition, 1969-Report 1971.)
(ബാക്ടീരിയാവിജ്ഞാനവും വൈറസ്വിജ്ഞാനവും അവലംബിച്ചുള്ള പരിശോധനാരീതികളെപ്പറ്റി കൂടുതൽ വിശദമായ വിവരങ്ങൾ അറിയുവാൻ വായനക്കാർക്ക് താഴെപ്പറയുന്ന പ്രസിദ്ധീകരണങ്ങൾ നോക്കാവുന്നതാണ്. "Medical Microbiology" by Cruick Shanks-12th edition, volumes I & II ELBS & Churchill Livingstone, London 1975) and "Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water" -14th edition, American Public Health Association, 1974.)

സി. ജൈവികപരിശോധനകൾ

ജൈവികപരിശോധന യഥാർഥത്തിൽ സൂക്ഷ്മദർശി ഉപയോഗിച്ചുള്ള ജലപരിശോധനയാണ്. ഇതിൽ ഏതുതരം സൂക്ഷ്മജീവികളാണ് ഉള്ളതെന്ന് നിർണയിക്കുന്ന ഗുണപരമായ അപഗ്രഥനവും അവയുടെ എണ്ണം തിട്ടപ്പെടുത്തുന്ന പരിമാണപരമായ മാപനവും അടങ്ങുന്നു. അതിന് പുറമെ ജൈവികമോ അജൈവികമോ ആയ കണികാരൂപത്തിലുള്ള പദാർഥങ്ങളെ

കണ്ടെത്തലും പെടുന്നു. ജൈവികപരിശോധനയുടെ സവിസ്തരപ്രതിപാദനം ഈ ഗ്രന്ഥത്തിന്റെ പരിധിയിൽ പെടുന്നില്ല. അതിനായി താഴെപ്പറയുന്ന പ്രസിദ്ധീകരണങ്ങൾ നോക്കുക. "Fresh Water Biology" by Ward and Whipple (edited by W.T. Edmondson) John Wiley and Sons, New York 1976; "Standard Methods for the Examination of Water and Waste water" - 14th edition, American Public Health Association, 1974.

ഡി. റേഡിയോളജി അവലംബിച്ചുള്ള പരിശോധന

നോക്കുക: "Standard Methods for the Examination of Water and Waste water"- 14th edition, American Public Health Association, 1974.

ജലസ്രോതസ്സുകളുടെ അന്താരാഷ്ട്രഗുണതാമാനകങ്ങൾ*

(ലോകാരോഗ്യസംഘടന നിർദേശിച്ചിട്ടുള്ളത്)

ഭൗതിക ഗുണത

നിറത്തിന്റെ മൂല്യം 300 യൂണിറ്റിൽ കൂടുതലാകരുത്. ഇതിനർഥം, മൂല്യം 300 യൂണിറ്റിൽ കുറവാണെങ്കിൽ ജലം സാധാരണ ശുദ്ധീകരണപ്രക്രിയകൾക്കു വിധേയമാക്കിയാൽ മതിയെന്നും, അതിൽ കൂടുതലാണെങ്കിൽ ജലം പ്രത്യേകസംസ്കരണ വിധികൾക്ക് വിധേയമാക്കിയിട്ടുവേണം കുടിവെള്ളത്തിന് ആവശ്യമായ മാനകഗുണങ്ങൾ കൈവരുത്തുവാനെന്നുമാണ്.

കലുഷതയെ സംബന്ധിച്ച് പ്രത്യേക സംഖ്യയൊന്നുമില്ല. എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ കലുഷതയുടെ പ്രശ്നവും അതിന് വേണ്ട നടപടികളും അതാത് സാമ്പിൾ അനുസരിച്ച് നിശ്ചയിക്കേണ്ടതാണ്. അതിന് പൊതുവായ ഒരു പരിധി കുറിക്കുവാൻ നിവൃത്തിയില്ല.

രാസീയ ഗുണത

ജലത്തിലുണ്ടാകുന്ന രാസീയഘടകങ്ങളെ നാല് ഗ്രൂപ്പുകളായി തിരിച്ചിട്ടുണ്ട്: (1) പേയതയെ ബാധിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങൾ (2) ആരോഗ്യത്തിന് പ്രത്യേകദോഷങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നവ (3) തികച്ചും വിഷാലുക്കളായ ഘടകങ്ങൾ. ഇവ ഒരു നിശ്ചിതപരിധിയിലധികമുണ്ടെങ്കിൽ ആ വെള്ളം പൊതുവിതരണത്തിന് സ്വീകാര്യമല്ലാതാവുന്നു. (4) മലിനീകരണമുണ്ടാക്കുന്ന മറ്റ് രാസവസ്തുക്കൾ. ഈ ഗ്രൂപ്പുകളിലോരോന്നിനും നിർദേശിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള മാനകങ്ങൾ താഴെ കൊടുക്കുന്നു:

---

*WHO സദയം അനുവദിച്ചതനുസരിച്ച്, "International Standards for Drinking Water" രണ്ടാംപതിപ്പ്, 1963-ൽ നിന്ന് ഉദ്ധരിക്കുന്നത്.

1. ജലത്തിന്റെ പേയതയെ ബാധിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങൾ

പദാർഥം	*ഏറ്റവും ഉയർന്ന അനുവദനീയമായ പരിധി*
വിലയിതമായ ഖരവസ്തുക്കളുടെ ആകത്തുക	1500 മി.ഗ്രാം./ലി
ഇരുമ്പ്	50 "
മാംഗനീസ് (അമോണിയ ഘടകം 0.5 മി.ഗ്രാം./ലി–ന് താഴെയാണ് എന്ന സങ്കല്പത്തിൽ)	5 "
ചെമ്പ് [എ]	1.5 "
സിങ്ക് [എ]	1.5 "
മഗ്നീഷ്യവും സോഡിയം സൾഫേറ്റും കൂടി	1000 "
ആൽക്കിൽ ബെൻസിൽ സൾഫോണേറ്റുകൾ(Alkyl Benzyl Sulfonates) ABS. (പ്രതലക്ഷാളകങ്ങൾ)[ബി]	0.5 "

2. ആരോഗ്യത്തിന് ഹാനികരമായ ഘടകങ്ങൾ

പദാർഥം	*ഏറ്റവും ഉയർന്ന അനുവദനീയമായപരിധി*
നൈട്രേറ്റ്, NO_3 രൂപത്തിൽ.	45 മി.ഗ്രാം/ലി.
ഫ്ളൂറൈഡ്	1.5 "

3. വിഷാലുപദാർഥങ്ങൾ

ഫിനോളിക് പദാർഥങ്ങൾ	0.002 "
ആർസെനിക്ക്	0.05 "
കാഡ്മിയം	0.01 "
ക്രോമിയം	0.05 "
സയനൈഡ്	0.2 "

എ: ഈ മൂല്യങ്ങൾ ജലത്തിന്റെ തനതായ ഗുണതാപരിധികളാണ്. പേയജല ഗുണതയുടെ മൂല്യങ്ങളെക്കാൾ താഴെയാണിത്. ലോഹികവസ്തുക്കൾ, വെള്ളം കുത്തിയൊഴുകുന്നതുകൊണ്ട് കുഴലുകളിൽ നിന്ന് കൂടുതലായി കലങ്ങിച്ചേരാറുണ്ട്.

ബി: ഇപ്പോൾ അംഗീകരിച്ചിട്ടുള്ള വിശ്ലേഷണരീതികളുടെ പരമാവധി സംവേദനീയതയെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ് ഈ മൂല്യം നിർണയിച്ചിട്ടുള്ളത്.

കറുത്തീയം	0.05 ”
സെലീനിയം	0.01 ”
റേഡിയോ ന്യൂക്ലൈഡുകൾ (മൊത്തത്തിലുള്ള ബീറ്റാ പ്രസരണം)	1000 ബിബിസി/ലി.

4. മലിനീകരണത്തിന്റെ രാസസംസൂചകങ്ങൾ

സംസൂചകം	*മലിനീകരണത്തിന്റെ അല്പതമ പരിധി*
കെമിക്കൽ ഓക്സിജൻ ഡിമാൻഡ് (COD)	10 മി.ഗ്രാം./ലി.
ബയോകെമിക്കൽ ഓക്സിജൻ ഡിമാൻഡ് (BOD)	6 ”
NO_3 ഒഴികെയുള്ള സമ്പൂർണ നൈട്രജൻ	1 ”
NH_3	0.5 ”
കാർബൺ ക്ലോറോഫോം എക്സ്ട്രാക്റ്റ് (CCE: കാർബണിക മാലിന്യകാരകങ്ങൾ) [സി]	0.5 ”
ഗ്രീസ്	1.0 ”

5. ബാക്ടീരിയാപരമായ മാനകങ്ങൾ

വർഗീകരണം	*കോളിഫോം ബാക്ടീരിയങ്ങൾ* MPN&100മി.ലി
(i) രോഗാണുനാശനവിധികൾ മാത്രമറിയാവുന്ന ബാക്ടീരിയാഗുണത	0–50
(ii) സാമ്പ്രദായികസംസ്കരണ രീതികൾ ആവശ്യമായിട്ടുള്ള ബാക്ടീരിയാഗുണത (സ്കന്ദനം,	

സി: മൂല്യം 0.2–ന് മീതെയാണെങ്കിൽ, ഹേതുകപദാർഥം ഏതെന്നു കണ്ടെത്തുവാൻ കൂടുതലായി വിശ്ലേഷണവിധികൾ സ്വീകരിക്കേണ്ടത് ആവശ്യമാകുന്നു.

*MPN സൂചിക അനുസരിച്ചുള്ള കോളിഫോം ബാക്ടീരിയങ്ങളുടെ 40 ശതമാനത്തിലധികം മലാധിഷ്ഠിത വർഗത്തിൽ പെട്ടതാണെങ്കിൽ, ആ സൂചികയ്ക്ക് മീതെയുള്ള ജലസ്രോതസ്സിന് നിർദേശിക്കപ്പെടുന്ന സംസ്കരണരീതി സ്വീകരിക്കേണ്ടതാണ്.

അരിക്കൽ, രോഗാണുനാശനം)	50–5000
(iii) വിപുലമായ സംസ്കരണ രീതികൾ വേണ്ടിവരുന്ന കനത്ത മലിനീകരണം	5000–50000
(iv) അത്യധികം മലിനീകരണമുള്ളതും, ഇത്തരം ജലത്തിന് പ്രത്യേകമായി നിർദേശിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള സംസ്കരണരീതികൾ സ്വീകരിക്കുന്നില്ലെങ്കിൽ ഉപയോഗിക്കാൻ കൊള്ളാത്തതുമായ ജലം; മറ്റൊരു നിവൃത്തിയുമില്ലെങ്കിൽ മാത്രമേ ഇതുപയോഗിക്കാവൂ	50000–ന് മീതെ

6. ജൈവികമാനകങ്ങൾ

ജലസ്രോതസ്സുകളുടെ ഗുണതാപ്രാചലങ്ങൾ (parameters of quality) നിഷ്കൃഷ്ടമായി സ്ഥാപിക്കുവാൻ മാർഗങ്ങളില്ല. പേയജലത്തെ സംബന്ധിച്ചുള്ള നിഗമനങ്ങൾ തന്നെ ഇവിടെയും പ്രസക്തമായിരിക്കുന്നു.

7. റേഡിയോളജി അവലംബിച്ചുള്ള മാനകങ്ങൾ

പൊതുവിതരണത്തിന് സജ്ജമാക്കുന്ന ജലത്തിന്റെ സ്രോതസ്സുകളിൽ റേഡിയോ പ്രസരമലിനീകരണമുണ്ടോ എന്ന് പതിവായി പരിശോധിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കണം. പരിശോധനയുടെ ആവൃത്തി എത്രയും കൂട്ടാമോ അത്രയും നന്ന്. പേയജലത്തിനുണ്ടാകേണ്ട ഗുണമൂല്യങ്ങൾക്ക് നിശ്ചയിച്ചിട്ടുള്ള പരിധിക്കകത്ത് ഗുണത കൈവരുത്തുവാൻ സംസ്കരണംകൊണ്ട് സാധിക്കുന്ന തരത്തിലുള്ളതിൽ കവിഞ്ഞ് റേഡിയോ ആക്ടീവത സ്രോതസ്സിനുണ്ടാകാൻ പാടില്ല.

പേയജലത്തിന്റെ അന്താരാഷ്ട്രമാനകങ്ങൾ**
(ലോകാരോഗ്യസംഘടന നിർദേശിച്ചിട്ടുള്ളത്)

1. ബാക്ടീരിയാപരമായ ഗുണതാമാനകങ്ങൾ

സംസ്കരിച്ചെടുത്ത ജലം: ഏതൊരു കൊല്ലത്തിലുമെടുക്കുന്ന സാമ്പിളുകളുടെ 90 ശതമാനത്തിൽ കോളിഫോം ബാക്ടീരിയ ഉണ്ടാകരുത്;

** WHO സദയം അനുവദിച്ചതനുസരിച്ച് "International Standards for Drinking water" രണ്ടാം പതിപ്പ് 1963–ൽ നിന്ന് ഉദ്ധരിക്കുന്നത്.

അഥവാ കോളിഫോം സൂക്ഷ്മജീവികളുടെ MPN സൂചിക 1.0–ൽ താഴെ ആയിരിക്കണം. ഒറ്റ സാമ്പിളിലും കോളിഫോമിന്റെ MPN സൂചിക 10–ൽ കൂടുതൽ ആകാനും പാടില്ല, എന്ന് മാത്രമല്ല തുടർച്ചയായി എടുത്തിട്ടുള്ള രണ്ട് സാമ്പിളുകളിൽ എപ്പോഴെങ്കിലും കോളിഫോം ബാക്ടീരിയങ്ങളുടെ MPN സൂചിക 8–ൽ അധികമാണെന്നു കണ്ടാൽ, അതേ സ്ഥാനത്ത് നിന്നു തന്നെ ഉടനെ ഒന്നോ അതിൽ കൂടുതലോ സാമ്പിളുകൾ എടുത്ത് പരിശോധിച്ച് നോക്കേണ്ടതുമാണ്.

മൈക്രോഫിൽട്ടർ രീതി ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ, കോളിഫോം സൂക്ഷ്മജീവിവർഗങ്ങളുടെ സമാന്തരശരാശരി (arithmetic mean) സംഖ്യ 100 മില്ലിലിറ്ററിൽ 1 എന്ന തോതിൽ താഴെയായിരിക്കണം. തുടർച്ചയായി എടുക്കുന്ന രണ്ട് സാമ്പിളുകളിൽ 100 മി.ലി.–ൽ 4 ൽ കൂടുതൽ ആകാൻ പാടുള്ളതല്ല; ആകെ പരിശോധിക്കുന്ന സാമ്പിളുകളുടെ 10 ശതമാനത്തിലേറേ സാമ്പിളുകളിലും ഇതേ വ്യവസ്ഥ പാലിക്കേണ്ടതാണ്.

സംസ്കരണവിധേയമായിട്ടില്ലാത്ത ജലം: ഏതൊരു കൊല്ലത്തിലും പരിശോധിക്കപ്പെടുന്ന സാമ്പിളുകളിൽ 90 ശതമാനം സാമ്പിളുകളിലെങ്കിലും കോളിഫോം സൂക്ഷ്മജീവികളുടെ MPN സൂചിക 10–ൽ താഴെ ആയിരിക്കണം. ഒരൊറ്റ സാമ്പിളിലും MPN സൂചിക 20–ൽ കവിയരുത്. MPN സൂചിക പ്രകാരമുള്ള കോളിഫോമുകളിൽ മലാധിഷ്ഠിത കോളിഫോം വർഗത്തിൽ പെട്ടവ 40 ശതമാനത്തിലധികം ഉണ്ടാകരുത്.

ക്രമാനുഗതമായ സാമ്പിളുകളിൽ 15–ൽ കവിഞ്ഞ MPN സൂചിക അനുവദനീയമല്ല. തുടർച്ചയായി എടുക്കുന്ന രണ്ട് സാമ്പിളുകളിൽ കോളിഫോമുകളുടെ MPN സൂചിക എപ്പോഴെങ്കിലും 15–ഓ അതിൽ കൂടുതലോ ആണെങ്കിൽ ഉടനെ തന്നെ ഒന്നോ അതിലധികമോ സാമ്പിളുകൾ അതേ സ്ഥാനത്തുനിന്ന് എടുത്തുപരിശോധിക്കേണ്ടതാണ്.

മൈക്രോഫിൽട്ടർ രീതി ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ കോളിഫോം സൂക്ഷ്മജീവികളുടെ സമാന്തരശരാശരി 100 മി.ലി. ൽ 10 എന്ന തോതിൽ താഴെയായിരിക്കണം. തുടർച്ചയായി എടുക്കുന്ന രണ്ടു സാമ്പിളുകളിലോ ആകെ പരിശോധിക്കുന്ന സാമ്പിളുകളുടെ 10 ശതമാനത്തിലേറെ സാമ്പിളുകളിലോ ഈ ശരാശരി 100 മി.ലി–ൽ 20 എന്ന തോതിൽ അധികമാകാൻ പാടില്ല.

2. രാസീയവും ഭൗതികവുമായ ഗുണതാമാനകങ്ങൾ

(i) വിഷാലുപദാർഥങ്ങൾ

പദാർഥം	*അനുവദനീയമായ അധികതമപരിധി മി.ഗ്രാം / ലി.*
കറുത്തീയം	0.05

ആർസെനിക്ക്	0.05
സെലീനിയം	0.01
ക്രോമിയം	
(ഷട്സംയോജകതയുള്ള Cr)	0.05
സയനൈഡ്	0.2
കാഡ്മിയം	0.01
ബേരിയം	0.10

മേല്പറഞ്ഞ സാന്ദ്രതയിൽ കവിഞ്ഞുള്ള തോതിൽ കൂടുതലായി ജലത്തിൽ ഈ പദാർഥങ്ങളിൽ ഏതെങ്കിലും ഉണ്ടെങ്കിൽ ആ ജലം ഗാർഹികാവശ്യത്തിനുള്ള പൊതുവിതരണത്തിന് വർജിക്കാൻ മതിയായ കാരണമാകുന്നു.

(ii) ആരോഗ്യത്തെ ബാധിക്കാവുന്ന പദാർഥം

നിശ്ചിതപരിധിയിൽ കവിഞ്ഞ തോതിൽ ചില രാസ പദാർഥങ്ങൾ അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ അത്തരം ജലം ആരോഗ്യത്തിന് ഹാനികരമാവുന്നു. പക്ഷേ ഈ രാസവസ്തുക്കളിൽ തന്നെ ചിലത് പേയജലത്തിലവശ്യം ഉണ്ടായിരിക്കേണ്ട ഘടകങ്ങളായി കരുതപ്പെടുന്നുമുണ്ട്. അവ വേണ്ടത്ര സാന്ദ്രതയിൽ ജലത്തിലില്ലെങ്കിൽ അതു മാനുഷികാരോഗ്യത്തെ ഹാനികരമായി ബാധിക്കുന്നതുമാണ്.

(എ) *ഫ്ളൂറൈഡുകൾ:* പൊതുവിതരണജലത്തിൽ പ്രാകൃതികമായി ഫ്ളൂറൈഡുകൾ അടങ്ങുന്നു. പേയജലത്തിൽ 1.0–1.5 മി.ഗ്രാം പ്രതി ലിറ്റർ എന്ന തോതിൽ കവിഞ്ഞ് ഫ്ളൂറിൻ ഉണ്ടായാൽ, ചിലപ്പോൾ കുട്ടികളിൽ പല്ലിന് ഫ്ളൂറോസിസ് എന്ന രോഗമുണ്ടാകാറുണ്ട്. ഇതിന്റെ സാന്ദ്രത വളരെ ഉയർന്ന തോതിലായാൽ കുട്ടികളിലും മുതിർന്നവരിലും സ്ഥാനീയവും സഞ്ചായകവുമായ ഫ്ളൂറോസിസ് ഉണ്ടാവുകയും അസ്ഥികൾക്ക് ക്ഷതം സംഭവിക്കുകയും ചെയ്യും.

ഫ്ളൂറൈഡിന്റെ മേല്പറഞ്ഞ സാന്ദ്രതാപരിധിയെ മുൻ നിർത്തി ഏതെങ്കിലും ജല സ്രോതസ്സിന്റെ സുരക്ഷിതത്വം നിർണയിക്കുമ്പോൾ, ഒരു വ്യക്തി പ്രതിദിനം അകത്താക്കുന്ന ഫ്ളൂറൈഡിന്റെ ആകെത്തുക എന്താണെന്ന് കൂടി പ്രത്യേകം പരിഗണിക്കേണ്ടതുണ്ട്. കാലാവസ്ഥയിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾക്ക് പുറമേ, ദേശങ്ങളെ താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ ചില പ്രദേശങ്ങളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ഭക്ഷ്യസാധനങ്ങളിൽ ഫ്ളൂറൈഡുകൾ അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടെന്നു കാണാം. അതിനാൽ ഈ ഘടകം കൂടി വെള്ളത്തിലെ ഫ്ളൂറൈഡിന്റെ അംശത്തോടൊപ്പം കണക്കാക്കേണ്ടതുണ്ട്. അതായത് ഫ്ളൂറൈഡിന്റെ സാന്ദ്രതാ പരിധി നിർദേശിച്ചിട്ടുള്ളതിൽ, താഴെയുള്ള മൂല്യമാണ് വെള്ളത്തിന്റെ ഗുണതാ നിർണയത്തിന് അവലംബമാക്കേണ്ടത്.

ഫ്ളൂറൈഡുകൾ കുടിവെള്ളത്തിൽ അവശ്യഘടകമായി കരുതി വരുന്നു, പ്രത്യേകിച്ചും കുട്ടികളിൽ ദന്തക്ഷയം തടയുന്നതിന് അവർക്ക് കഴിവുള്ളതിനാൽ. കുടിവെള്ളത്തിൽ ഫ്ളൂറൈഡിന്റെ സാന്ദ്രത 0.5 മി.ഗ്രാം പ്രതിലിറ്ററിൽ കുറവാണെങ്കിൽ ആ പ്രദേശത്തുള്ളവരിൽ ദന്തക്ഷയം ബാധിച്ചവരുടെ സംഖ്യ വളരെ ഉയർന്നതാവാൻ സാധ്യതയുണ്ട്. അതിനാൽ കുട്ടികൾക്ക് ദന്തക്ഷയം വരാതിരിക്കാൻ പലേടത്തും പൊതുവിതരണത്തിനുള്ള ജലത്തിൽ ഫ്ളൂറിൻ 1.0 മി.ഗ്രാം പ്രതിലിറ്റർ എന്ന തോതിൽ ഉണ്ടാകുന്നതിനായി ഫ്ളൂറൈഡുകൾ വെള്ളത്തിൽ പ്രത്യേകമായി ചേർത്തു വരുന്നു.

(ബി) *നൈട്രേറ്റുകൾ*: ഒരു വയസ്സിനു താഴെയുള്ള ശിശുക്കളിൽ ചിലർക്ക് മാത്രം നൈട്രേറ്റുകൾ ആരോഗ്യത്തിന് അപകടമുണ്ടാക്കുന്നതായി കാണുന്നു. 45 മി.ഗ്രാം പ്രതിലിറ്റർ എന്ന സാന്ദ്രതയിൽ കൂടുതലായി നൈട്രേറ്റുകൾ (NO_3 ആയി) കുടിവെള്ളത്തിൽ അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ കുട്ടികൾക്ക് മെതീമോഗ്ലോബിനേമിയ (methemoglobinaemia) എന്ന രോഗം പിടിപെടാനിടയുണ്ട്.

പക്ഷേ, ശിശുക്കൾക്ക് കുടിക്കുവാനോ ആഹാരം പാകം ചെയ്യുവാനോ വേണ്ടിവരുന്ന ജലം കുറച്ചുമാത്രമായതിനാൽ, നൈട്രേറ്റുകൾ അധികം അടങ്ങിയിട്ടില്ലാത്ത മറ്റേതെങ്കിലും ജലസ്രോതസ്സ് കണ്ടുപിടിക്കുന്നത് പ്രയാസമുള്ള കാര്യമല്ല.

ലഭ്യമായ വിവരങ്ങളനുസരിച്ച്, ജലത്തിൽ നിന്ന് നൈട്രേറ്റുകളെ നീക്കം ചെയ്യുവാൻ ചെലവു കുറഞ്ഞതും ഏകവുമായ മാർഗമൊന്നുമില്ലെന്ന് പറയാം. അതിനാൽ, പരിധിയിൽ കവിഞ്ഞ് നൈട്രേറ്റുകൾ ജലത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന പ്രദേശങ്ങളിൽ പൊതുജനാരോഗ്യപരിപാലകർ ജാഗരൂകരായിരിക്കുകയും ശിശുക്കൾക്ക് ഇത്തരം ജലം ഉപയോഗിക്കുന്നതുകൊണ്ട് സംഭവിക്കുന്ന തകരാറിനെപ്പറ്റി ജനങ്ങൾക്ക് മുന്നറിയിപ്പ് കൊടുക്കുകയും, സുരക്ഷിതമായി ഉപയോഗിക്കാവുന്ന ഇതര സ്രോതസ്സുകളെ ചൂണ്ടിക്കാട്ടുകയും വേണം.

(iii). *ജലത്തിന്റെ പേയതയെ ബാധിക്കുന്ന രാസവസ്തുക്കൾ:* ലോകത്തിന്റെ വിവിധ ഭാഗങ്ങളിലുള്ള വെള്ളത്തിന്റെ രാസീയഘടനകൾ തമ്മിൽ വമ്പിച്ച വ്യത്യാസങ്ങൾ ഉള്ളതിനാൽ, രാസീയഗുണതക്ക് കർക്കശമായ മാനകങ്ങൾ നിർദേശിക്കുവാൻ പ്രയാസമായിരിക്കുന്നു. അതുകൊണ്ട്, താഴെ പറയുന്ന പരിധികളിൽ 'സ്വീകാര്യം' എന്ന് കുറിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളത്, പൊതുവെ ഉപഭോക്താക്കൾക്ക് സ്വീകാര്യമായ ജലത്തെ സംബന്ധിച്ചാണ്. 'അനുവദനീയം' എന്ന് കുറിച്ചിട്ടുള്ള പരിധിയിൽ കവിഞ്ഞ് മൂല്യങ്ങൾ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ജലം പേയതാഗുണത്തെ സംബന്ധിച്ച് ദോഷകരമാകുന്നു.

ഏതായാലും ഈ സാന്ദ്രതാപരിധികൾ നിർദേശാത്മകമായി മാത്രമേ പരിഗണിക്കേണ്ടതുള്ളൂ. പ്രത്യേക സാഹചര്യങ്ങളിൽ അവയെ അവഗണിക്കാവുന്നതാണ്.

പദാർഥം	*സ്വീകാര്യമായ ഉച്ചതമസാന്ദ്രത*	*അനുവദനീയമായ ഉച്ചതമസാന്ദ്രത*
ആകെഖരവസ്തുക്കൾ	500 മി.ഗ്രാം പ്രതി ലിറ്റർ	1500 മി.ഗ്രാം പ്രതിലിറ്റർ
നിറം	5 യൂണിറ്റ്*	50 യൂണിറ്റ്*
കലുഷത	5 യൂണിറ്റ്**	25 യൂണിറ്റ്**
രുചി	അസ്വീകാര്യമല്ലാത്തത്	--
ഗന്ധം	അസ്വീകാര്യമല്ലാത്തത്	--
ഇരുമ്പ്(Fe)	0.3 മി.ഗ്രാം/ലി	1.0 മി.ഗ്രാം/ലി
മാംഗനീസ്(Mn)	0.1 "	0.5 "
ചെമ്പ്(Cu)	1.0 "	1.5 "
സിങ്ക്(zn)	5.0 "	15 "
കാൽസ്യം(Ca)	75.0 "	200 "
മഗ്നീഷ്യം(Mg)	50 "	150 "
സൾഫേറ്റ്(SO_4)	200 "	400 "
ക്ലോറൈഡ്(Cl)	200 "	600 "
pH-മേഖല	7.0-8.5	6.5ൽ കുറയാതെയും 9.2 ൽ കൂടാതെയും
മഗ്നീഷ്യം+ സോഡിയം സൾഫേറ്റ്	500 മി.ഗ്രാം/ലി	1000 മി.ഗ്രാം/ലി
ഫിനോളിക്ക് പദാർഥങ്ങൾ (ഫിനോൾ ആയി)	0.001 "	0.002 "
കാർബൺ ക്ലോറോഫോം എക്സ്ട്രാക്റ്റ് (CCE: കാർബണിക മാലിന്യകാരകങ്ങൾ)	0.2 "	0.5*** "

*പ്ലാറ്റിനം - കൊബാൾട്ട് സ്കെയിൽ.

**കലുഷതയുടെ യൂണിറ്റ്.

***0.2 മി.ഗ്രാം പ്രതിലിറ്ററിൽ അധികമാണ് സാന്ദ്രതയെങ്കിൽ, ഹേതുകപദാർഥം എന്തെന്ന് കണ്ടുപിടിക്കുവാൻ കൂടുതൽ വിശ്ലേഷണം ആവശ്യമാണെന്നർഥം.

ആൽകിൽ ബെൻസീൻ സൾഫോണേറ്റുകൾ (ABS:പ്രത ലക്ഷാളകങ്ങൾ)	0.5 "	1.0 "

3. ജൈവിക നിബന്ധനകൾ

"International Standards of Drinking Water" WHO, Geneva, 1963 - ഇതിൽ 31 മുതൽ 35വരെ പേജുകൾ നോക്കുക.

4. റേഡിയോളജി നിബന്ധനകൾ

വലിയ ജനസംഖ്യയുള്ള പ്രദേശങ്ങളിൽ ഉപഭോക്താക്കൾക്ക് ആയുഷ്കാലോപയോഗത്തിന് വിതരണം ചെയ്യപ്പെടുന്ന കുടിവെള്ളത്തിൽ, പരീക്ഷണാത്മകമായി നിർദേശിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള അനുവദനീയമായ ഉച്ചതമ പരിധികൾ താഴെ കൊടുക്കുന്നു. ഈ മൂല്യങ്ങൾ മാർഗദർശകങ്ങളായി പരിഗണിക്കാവുന്നതാണ്.

	ഉച്ചതമ സാന്ദ്രതാപരിധി
സ്ട്രോൺഷ്യം–90 (Strontium 90)	30 uuc/litre
റേഡിയം–226	10 "
ആകെയുള്ള ബീറ്റാസാന്ദ്രത (സ്ട്രോൺഷ്യം–90ന്റെയും ആൽഫാ ഉത്സർജകങ്ങളുടെയും അഭാവത്തിൽ)	1000 "

മുകളിൽ പറഞ്ഞിട്ടുള്ള, റേഡിയോ ആക്ടീവതയുടെ പരിധിമൂല്യങ്ങൾ ലംഘിക്കുന്ന തോതിൽ മൂല്യങ്ങൾ ഏതെങ്കിലും ജലത്തിൽ കണ്ടാൽ, ആ ജലം കുടിക്കുവാൻ കൊള്ളാത്തതാണെന്നർഥമില്ല. ഈ പരിധികളിൽ താഴെയാണ് റേഡിയോ ആക്ടീവത എങ്കിൽ, കൂടുതൽ പരിശോധനകൾ കൂടാതെ തന്നെ വെള്ളം ഉപയോഗിക്കാമെന്നു മാത്രമാണ് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. എന്നാൽ, ഈ പരിധിക്ക് മീതെയാണ് റേഡിയോ ആക്ടീവത എങ്കിൽ, ഏത് തരം റേഡിയോ ന്യൂക്ലൈഡുകളാണ് വെള്ളത്തിലുള്ളതെന്ന് റേഡിയോ കെമിക്കൽ വിശ്ലേഷണംകൊണ്ട് കണ്ടെത്തിയിട്ടു വേണം, വെള്ളം പൊതുവിതരണത്തിന് സുരക്ഷിതമാണോ എന്നു നിശ്ചയിക്കാൻ. മേല്പറഞ്ഞ സംഖ്യകളിൽ പ്രാകൃതികമായിട്ടുള്ള റേഡിയോ ആക്ടീവതയ്ക്ക് പുറമെ, ബഹിഃസ്രാവങ്ങളിൽ നിന്നും ആണവധൂളിപാതങ്ങളിൽ നിന്നും വെള്ളത്തിൽ കലരാനിടയുള്ള പദാർഥങ്ങളുടെ റേഡിയോ ആക്ടീവത കൂടി ഉൾക്കൊള്ളിച്ചിട്ടുണ്ട്. ആണവ റിയാക്ടറുകളിൽ നിന്നോ മറ്റു സ്രോതസ്സുകളിൽ നിന്നോ ഉള്ള ബഹിഃസ്രാവങ്ങളിലൂടെ നിർഗമിക്കുന്ന പദാർഥങ്ങളുടെ റേഡിയോ ആക്ടീവതപോലെ

ത്തന്നെ പ്രകൃതിയിൽ സ്വാഭാവികമായിട്ടുള്ള റേഡിയോ ആക്ടീവതയും ആരോഗ്യത്തിന് അപകടം സൃഷ്ടിക്കുവാനുള്ള സാധ്യത ഇല്ലെന്ന് പറഞ്ഞുകൂടാ. കുടിവെള്ളത്തെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം പൊതുജനാരോഗ്യത്തിന് ഹാനികരമാണോ അതെന്ന് നിർണയിക്കേണ്ടത് ഒട്ടാകെയുള്ള റേഡിയോ ആക്ടീവത പരിശോധിച്ചാണ്. റേഡിയോ ആക്ടീവതയെ സംബന്ധിച്ച് മുകളിൽ കൊടുത്തിട്ടുള്ള സംഖ്യകൾ, ഇന്ന് ഉപയോഗിച്ചു വരുന്ന ഉപകരണങ്ങളുടെ മാപനപരിധിയോടടുത്തു നിൽക്കുന്ന പരിമാണങ്ങളെയാണ് കുറിക്കുന്നത് എന്നത് ശ്രദ്ധേയമാണ്.

കുടിവെള്ളത്തിന്റെ ഗുണതാമാനകങ്ങൾ*

(ഇന്ത്യൻ കൗൺസിൽ ഓഫ് മെഡിക്കൽ റിസർച്ച്, 1975, നിർദേശിച്ചിട്ടുള്ളത്.)

1. *ഭൗതികവും രാസീയവുമായ ഗുണത.*

	ആശാസ്യമായ ഏറ്റവും ഉയർന്ന വിതാനം	*അനുവദനീയമായ ഏറ്റവും ഉയർന്ന വിതാനം*
നിറത്തെ ബാധിക്കുന്ന പദാർഥങ്ങൾ, ടിസിയു[1]	5 യൂണിറ്റ്	25 യൂണിറ്റ്
ഗന്ധഹേതുക പദാർഥങ്ങൾ	അപ്രിയകാരിയല്ലാത്തത്	അപ്രിയകാരിയല്ലാത്തത്
സ്വാദുമാറ്റമുണ്ടാക്കുന്ന പദാർഥങ്ങൾ	അപ്രിയകാരിയല്ലാത്തത്	അപ്രിയകാരിയല്ലാത്തത്
കലുഷത, ജെടിയു (JTU)[2]	5 യൂണിറ്റ്	25 യൂണിറ്റ്
അലിഞ്ഞുചേർന്ന ഖരവസ്തുക്കൾ	500 മി.ഗ്രാം/ലി	1500 മി.ഗ്രാം/ലി**
pH-മേഖല	7.0 മുതൽ 8.5 വരെ	6.5 മുതൽ 9.2 വരെ

*ഇന്ത്യൻ കൗൺസിൽ ഓഫ് മെഡിക്കൽ റിസർച്ച് സദയം അനുവദിച്ചതനുസരിച്ച് അവരുടെ പ്രസിദ്ധീകരണമായ "Manual of Standards of Quality for Drinking Water Supplies"-1975-ൽ നിന്ന് ഉദ്ധരിക്കുന്നത്. മൂല്യങ്ങൾ ഓരോന്നിനും പ്രത്യേകമാണ്. അവ തമ്മിൽ പരസ്പരബന്ധം ഉണ്ടാവണമെന്നില്ല.

1. True colour limit, പ്ലാറ്റിനം-കൊബാൾട്ട് സ്കെയിൽ

സമ്പൂർണ്ണ കഠിനത	300 മി.ഗ്രാം $CaCO_3$/ലി.	600 മി.ഗ്രാം $CaCO_3$/ലി
കാൽസ്യം	75 മി.ഗ്രാം Ca/ലി	200 മി.ഗ്രാം Ca/ലി
മഗ്നീഷ്യം	50 മി.ഗ്രാം/ലി–ൽ കൂടാതെ Mg, 200 മി.ഗ്രാം/ലി എന്ന തോതിൽ സൾഫേറ്റുകൾ ഉണ്ടെങ്കിൽ; ഇതിനേക്കാൾ കുറവാണ് സൾഫേറ്റുകൾ എങ്കിൽ, മഗ്നീഷ്യം 100 മി.ഗ്രാം/ലി. വരെ ആകാം– സൾഫേറ്റുകൾ 4 മി.ഗ്രാം/ലി കുറയുന്ന തോതിൽ മഗ്നീഷ്യം 1 മി.ഗ്രാം/ലി. എന്ന തോതിൽ വർധിപ്പിക്കാവുന്നതാണ്.	100 മി.ഗ്രാം/ലി.
ചെമ്പ്	0.05 മി.ഗ്രാം Cu/ലി	1.5 മി.ഗ്രാം Cu/ലി
ഇരുമ്പ്	0.1 മി.ഗ്രാം Fe/ലി	1.0 മി.ഗ്രാം Fe/ലി
മാംഗനീസ്	0.1 മി.ഗ്രാം Mn/ലി	0.5 മി.ഗ്രാം Mn/ലി
ക്ളോറൈഡ്	200 മി.ഗ്രാം.Cl/ലി.	1000 മി.ഗ്രാംCl/ലി.
സൾഫേറ്റുകൾ	200 മി.ഗ്രാം.SO_4/ലി.	400 മി.ഗ്രാംSO_4/ലി.

2.Jacson Turbidity Unit

**മറ്റു സ്രോതസ്സൊന്നും ലഭ്യമല്ലെങ്കിൽ, അലിഞ്ഞുചേർന്ന ഖര വസ്തുക്കളുടെ പരിധി 3000 മി. ഗ്രാം./ലി. വരെ അനുവദനീയമാണ്.

***ഒരു മൂല്യം നിർദേശിക്കുന്നതിന് കൂടുതൽ പഠനങ്ങൾ നടത്തേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. എന്നാൽ യാതൊരു കാരണവശാലും NO_3 ഘടകം 100 മി.ഗ്രാമിൽ അധികമാകാൻ പാടില്ല.

നൈട്രേറ്റ്	20 മി.ഗ്രാം.NO_3/ലി.	***
ഫ്ളൂറൈഡ്	1.0 മി.ഗ്രാം.F/ലി.	1.5 മി.ഗ്രാം.F/ലി.
ഫിനോളിക് സംയുക്തങ്ങൾ	0.001മി.ഗ്രാം. ഫിനോൾ/ലി.	0.002 മി.ഗ്രാം ഫിനോൾ/ലി.

വിഷാലുപദാർഥങ്ങൾ

പദാർഥം	*സാന്ദ്രതയുടെ ഉയർന്ന പരിധി*
ആർസെനിക്ക്	0.05 മി.ഗ്രാം.As/ലി.

പദാർഥം	*ആശാസ്യമായ ഉച്ചതമപരിധി*	*അനുവദനീയമായ ഉച്ചതമവിതാനം*
കാഡ്മിയം	*	0.01 മി.ഗ്രാം. Cd/ലി.
കറുത്തീയം	*	0.01 മി.ഗ്രാം. Pb/ലി.
മെർക്കുറി	*	0.001 മി.ഗ്രാം. Hg/ലി.
സെലീനിയം	*	0.01 മി.ഗ്രാം. Se/ലി.
സയനൈഡ്	*	0.05 മി.ഗ്രാം CN/ലി.

2. റേഡിയോളജി നിബന്ധനകൾ

റേഡിയോആക്ടീവതയുടെ ഉച്ചതമപരിധി

മൊത്തം ആൽഫാ ആക്ടീവത 3pCi/l

മൊത്തം ബീറ്റാ ആക്ടീവത 30pCi/l

[കുടിവെള്ളത്തിൽ നൈട്രേറ്റുകൾ അമിതമായ തോതിലുണ്ടായാൽ ചില ശിശുക്കൾക്ക് മെതീമോഗ്ളോബിനേമിയ (methamoglobinaemia) എന്ന രോഗം ഉണ്ടാകാറുണ്ട്. വെള്ളത്തിൽ നിന്ന്നൈട്രേറ്റുകൾ നീക്കിക്കളയുന്നതിന് ലളിതമോ ചെലവ് കുറഞ്ഞതോ ആയ മാർഗമൊന്നും ലഭ്യമല്ല. അതിനാൽ, വിതരണം ചെയ്യപ്പെടുന്ന ജലത്തിൽ സ്വീകാര്യമായ പരിധിയേക്കാൾ കവിഞ്ഞ തോതിൽ നൈട്രേറ്റുകൾ ഉണ്ടെങ്കിൽ, ആ വെള്ളം ശിശുക്കൾക്ക് ആഹാരാവശ്യങ്ങൾക്കായി ഉപയോഗിച്ചാലുണ്ടാകുന്ന വിപത്തിനെപ്പറ്റി അധികാരികൾ ഉപഭോക്താക്കൾക്ക് വേണ്ട ഉപദേശങ്ങൾ നൽകേണ്ടതാണ്.]

4

മണ്ണിന്റെയും ഭൂമിയുടെയും മലിനീകരണം

കാർഷിക പ്രവർത്തനങ്ങളിൽനിന്നും മനുഷ്യരുടെ ശുചിത്വരഹിതമായ ജീവിതരീതികളിൽനിന്നും ഉണ്ടാകുന്ന ഖരവും അർധഖരവുമായ അവശിഷ്ടങ്ങൾ നിക്ഷിപ്തമാകുന്നതിനാൽ സാധാരണമായി മണ്ണിന് മലിനീകരണം ഉണ്ടാകുന്നു. അന്തരീക്ഷമലിനീകരണം കൊണ്ടുള്ള ധൂളിപാതങ്ങളും ഇതിന് സംഭാവന നൽകുന്നുണ്ട്. ജലവായുമലിനീകരണങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് ഭൂമിയുടെ മലിനീകരണത്തിനുള്ള വ്യത്യാസം, മാലിന്യകാരകങ്ങൾ അതത് സ്ഥാനങ്ങളിൽ തന്നെ ദീർഘകാലം നിലകൊള്ളുന്നു എന്നതിലാണ്. ഓരോ കൊല്ലം കഴിയുന്തോറും ഓരോ രാജ്യത്തും ജീവിതനിലവാരം മാറുന്നതനുസരിച്ച് ഖരാവശിഷ്ടങ്ങളും പെരുകി വരുന്നു. ദ്രുതമായ നഗരവൽക്കരണത്തിന്റെ ഫലമായി കെട്ടിടങ്ങളുടെ എണ്ണം വർധിക്കുന്നതോടെ, അവശിഷ്ടങ്ങൾ നിക്ഷേപിക്കുവാൻ വേണ്ട ഭൂമി കുറഞ്ഞു വരികയാണ്. എന്നുമാത്രമല്ല ഭൂമി നഗരവൽക്കരിക്കുന്നത് കൊണ്ട് മറ്റൊരു പ്രശ്നവും കൂടി ഉണ്ടാകുന്നു – അവശിഷ്ടങ്ങൾ ഭൂമിയിൽ നിക്ഷേപിക്കാതെ മറ്റുതരത്തിൽ കൈകാര്യം ചെയ്യേണ്ടിവരുമ്പോൾ, വെള്ളത്തിന്റെയും വായുവിന്റെയും മലിനീകരണം വർധിക്കുകയാണ്. അവശിഷ്ടങ്ങൾ നദികളിലേക്കും മറ്റും തള്ളി വിടുന്നത് കൊണ്ട് ജലമലിനീകരണം കൂടുന്നു; അപര്യാപ്തമായ അവശിഷ്ട ഭസ്മീകരണം കൊണ്ട് രൂക്ഷമായി വായുമലിനീകരണവും വർധിക്കുന്നു. ഇതിനു പുറമെ ഭൂനിക്ഷേപണം പൊതുജനാരോഗ്യത്തെ സംബന്ധിക്കുന്ന മറ്റു പ്രശ്നങ്ങൾക്കും വഴിവെക്കുന്നുണ്ട്. വ്യാവസായികവും നഗരജന്യവുമായ അവശിഷ്ടങ്ങൾ തള്ളിവിടുന്ന സ്ഥാനങ്ങളിൽനിന്ന് വിക്ഷാളനം കൊണ്ട് വിഷാലു പദാർഥങ്ങൾ മണ്ണിലേക്ക് കിനിഞ്ഞിറിങ്ങുകയും ഭൂഗർഭജലത്തെ ബാധിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. കാർഷികപ്രവർത്തനങ്ങൾകൊണ്ട് ഭൂമിയിലേക്ക് കീടനാശിനികൾ, രാസവളങ്ങൾ, മറ്റ് സസ്യപോഷകപദാർഥങ്ങൾ എന്നിവ എത്തിച്ചേരുന്നതിനാൽ ജൈവികവും രാസീയവുമായ സംദൂഷണമുണ്ടാകുന്നു. ഇതിനെല്ലാം പുറമെ, രോഗകാരികളായ സൂക്ഷ്മജീവികളും ഭൂമിക്ക്

നേരിട്ട് സൃഷ്ടിക്കുന്ന മലിനീകരണം ഗുരുതരമായ പ്രശ്നമാണ്. ഇപ്രകാരം ദിവസേന ആപൽക്കാരികളായ പദാർഥങ്ങളെക്കൊണ്ട് മണ്ണ് ദൂഷിതമാവുന്നു. അതോടൊപ്പം സൂക്ഷ്മജീവികൾ ഭക്ഷ്യശൃംഖലയിലും വെള്ളത്തിലും വ്യാപിക്കുകയും അങ്ങനെ മനുഷ്യരിൽ ആഹാരത്തിലൂടെ കടന്ന് കൂടുകയും ചെയ്യുന്നു.

മണ്ണിന്റെ മലിനീകരണം സംഭവിക്കുന്നത് പലതരത്തിലാണ്. അവയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിലാണ് ഈ വിഷയം ഇവിടെ പ്രതിപാദിക്കുന്നത്. മലിനീകരണത്തിന്റെ ഉപാധികൾ താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

1. വ്യാവസായികവും നഗരജന്യവുമായ അവശിഷ്ടങ്ങൾ കൊണ്ട് മണ്ണിനുണ്ടാകുന്ന മലിനീകരണം.
2. കാർഷികപ്രവർത്തനങ്ങൾ കൊണ്ടുള്ള മലിനീകരണം.
3. റേഡിയോപ്രസരമുള്ള വസ്തുക്കൾ കൊണ്ടുള്ള മലിനീകരണം.
4. ജൈവിക വസ്തുക്കൾ കൊണ്ടുള്ള മലിനീകരണം.

വ്യാവസായികവും നഗരജന്യവുമായ അവശിഷ്ടങ്ങൾ കൊണ്ട് മണ്ണിനുണ്ടാകുന്ന മലിനീകരണം

വ്യാവസായികമായ ഖരാവശിഷ്ടങ്ങളുടെ നിക്ഷേപങ്ങളാണ് വിഷവീര്യമുള്ള രാസപദാർഥങ്ങൾ കൊണ്ട് മണ്ണിനുണ്ടാകുന്ന മലിനീകരണത്തിന്റെ സ്രോതസ്സുകൾ. കൽക്കരിയുടെയും ധാതുക്കളുടെയും ഖനനം, ലോഹസംസ്കരണം, എൻജിനീയറിങ്ങ് മുതലായ വ്യവസായങ്ങളിൽ നിന്നാണ് വ്യാവസായികമായ അവശിഷ്ടങ്ങൾ മുഖ്യമായും ഉത്ഭവിക്കുന്നത്. ഇവയിൽ കറുത്തീയം, ചെമ്പ് മുതലായ വിഷാലുലോഹങ്ങൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. വാഹിതമലത്തിന്റെ ശുഷ്കീഭവിച്ച അവപങ്കമുൾപ്പെടെ വാണിജ്യപരവും ഗാർഹികവുമായ അവശിഷ്ടങ്ങളാണ് നഗരജന്യമായ അവശിഷ്ടങ്ങളിലുള്ളത്. പൊതുവെ നഗരജന്യാവശിഷ്ടങ്ങളെല്ലാം 'വിസർജ്യം' (refuse) എന്ന പദം കൊണ്ട് വ്യവഹരിക്കപ്പെടുന്നു. ഇതിൽ ഉച്ഛിഷ്ടങ്ങൾ (ആഹാരപദാർഥാവശിഷ്ടം), കടലാസ്, ചില്ല്, തകരപ്പാത്രങ്ങൾ, പ്ലാസ്റ്റിക്ക് സാധനങ്ങൾ, പലതരം നാരുകൾ, വീടുകളിൽനിന്നുള്ള ഇന്ധനാവശിഷ്ടങ്ങൾ, തെരുവുകളിൽ നിന്ന് തൂത്തുവാരിക്കൂട്ടുന്ന വസ്തുക്കൾ, ചരൽ, ഉപേക്ഷിക്കപ്പെട്ട വാഹനങ്ങൾ എന്നിവയെല്ലാം ഉൾപ്പെടുന്നു. അസംസ്കൃത വസ്തുക്കളുടെ 50 ശതമാനം ഒടുവിൽ വ്യാവസായികാവശിഷ്ടമായിത്തീരുന്നു എന്നും, അതിൽ തന്നെ 15 ശതമാനം വിഷാലുവോ ഹാനികരമോ ആയ വസ്തുക്കളാണെന്നും കണക്കാക്കിയിട്ടുണ്ട്. ബ്രിട്ടനിൽ ഏകദേശം 20 മില്യൻ ടൺ വ്യാവസായികാവശിഷ്ടവും 15 മില്യൻ ടൺ ഗാർഹികവിസർജ്യവും മണ്ണിൽ നിക്ഷിപ്തമാകുന്നുണ്ടെന്ന് കരുത

പ്പെടുന്നു. ഗാർഹികവിസർജ്യങ്ങളുടെ 90 ശതമാനവും മണ്ണിലേക്ക് നേരിട്ട് തള്ളിവിടുകയാണ്. വ്യാവസായികാവശിഷ്ടങ്ങളിലുള്ള ഖരപദാർഥങ്ങളും ഇതുപോലെതന്നെ ഭൂമിയിലേക്ക് തള്ളുന്നു. എല്ലാവിധ ഖരാവശിഷ്ടങ്ങളും മണ്ണിന്റെ മലിനീകരണം വർധിപ്പിക്കുന്നു. അതിനാൽ ആപൽക്കാരികളായ രാസവസ്തുക്കൾ ഉപരിതലജലത്തിലോ ഭൂഗർഭജലത്തിലോ കലരുകയും മണ്ണും വിളകളും വിഷലിപ്തമാവുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഖരാവശിഷ്ടങ്ങളുടെ നിക്ഷേപം പ്രകൃതിഭംഗിയെ ബാധിക്കുന്ന പ്രശ്നങ്ങൾ കൂടാതെ പൊതുജനാരോഗ്യത്തെ ബാധിക്കുന്ന പ്രശ്നങ്ങളും സൃഷ്ടിക്കുന്നുണ്ട്. ഖരാവശിഷ്ടങ്ങൾ മനുഷ്യർക്ക് രോഗങ്ങൾ വരുത്തുന്നവയാകാം, അങ്ങനെ അല്ലാത്തവയുമാകാം. പക്ഷേ അവ ആരോഗ്യത്തിന് ഹാനികരമാണ്. ഏകദേശം 25 തരം രോഗങ്ങൾ ഖരാവശിഷ്ടങ്ങൾകൊണ്ട് മനുഷ്യർക്ക് വന്ന് ചേരാമെന്ന് റിപ്പോർട്ടുചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അവശിഷ്ടക്കൂമ്പാരങ്ങൾ എലികളും ഈച്ചകളും പെരുകുന്നതിന് കാരണമാകുന്നു. കീടങ്ങളെയും മറ്റു സൂക്ഷ്മജീവികളെയും വഹിക്കുന്ന എലികളാണ് പ്ലേഗിന് ഉത്തരവാദികൾ. രോഗാണുക്കളെ വഹിക്കുന്ന ഈച്ചകൾ അർശസ്സ്, വയറിളക്കം മുതലായ രോഗങ്ങൾക്കും കാരണമാകുന്നു. ഒരു ക്യൂബിക്കടി വിസർജ്യത്തിൽനിന്ന് ഏകദേശം 70000 ഈച്ചകൾ ഉത്ഭവിക്കാമെന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു. ഖരാവശിഷ്ടങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്ന ആരോഗ്യപ്രശ്നങ്ങൾ നിരവധിയാണ്. അവയെക്കുറിച്ചുള്ള ചർച്ച ഈ ഗ്രന്ഥത്തിൽ പെടുന്നതല്ല.

കാർഷിക പ്രവർത്തനങ്ങൾ കൊണ്ടുള്ള മലിനീകരണം

കാർഷികപ്രവർത്തനങ്ങളും മണ്ണിനെ മലീമസമാക്കുന്നു. ഒട്ടധികം കാർഷികഭൂമികളിൽ പരിധികവിഞ്ഞ തോതിൽ സസ്യജന്യവും ജന്തുജന്യവുമായ അവശിഷ്ടങ്ങൾ കിടപ്പുണ്ട്. ഇതെല്ലാം മറ്റേതെങ്കിലും തരത്തിൽ നിക്ഷിപ്തമായാൽ മലിനീകരണം വർധിക്കും. കാർഷികപ്രവർത്തനം കൂടുതൽ കൂടുതൽ തീവ്രമായിത്തീരുന്നതിനാൽ, കൂടുതൽ കൂടുതൽ രാസവളങ്ങളും കീടനാശിനികളും, മണ്ണിനെ പരുവപ്പെടുത്തുന്ന വസ്തുക്കളും ഇപ്പോൾ ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു. ഇവയിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന അവശിഷ്ടങ്ങൾ ഗുരുതരമായ ഭൂമിമലിനീകരണപ്രശ്നങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നുണ്ട്.

രാസവളങ്ങൾ

ലോകത്തിലെല്ലായിടത്തും കൃത്രിമ രാസവളങ്ങളുടെ പ്രയോഗം ഗണ്യമായി വർധിച്ചിട്ടുണ്ട്. രാസവളങ്ങൾ മണ്ണിനെ പുഷ്ടിപ്പെടുത്താനാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നതെങ്കിലും, അവയുടെ അവശിഷ്ടങ്ങൾ ഒരളവുവരെ മണ്ണിനെ

ദുഷിപ്പിക്കുന്നുമുണ്ട്. മണ്ണും വിളകളും പൊതുവേ രാസവളങ്ങളെ സമർഥമായി ഉൾക്കൊള്ളുന്നുണ്ടെങ്കിലും, അവയെ അശ്രദ്ധമായി പ്രയോഗിക്കുന്നതുമൂലം നൈട്രേറ്റുകൾ കലർന്ന വെള്ളം ഒഴുകിച്ചെന്ന് താഴ്ന്ന ഭൂമിയിലുള്ള തടാകങ്ങളുടെയും നദികളുടെയും ജലഗുണത ക്ഷയിക്കാനിടയാകുന്നു. രാസവളങ്ങളിൽ തന്നെ മറ്റ് കൃത്രിമരാസവസ്തുക്കൾ മാലിന്യമായി കലർന്നിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ, അതു വിളമണ്ണിലുള്ള വെള്ളത്തെയും ദൂഷിതമാക്കുന്നു.

കീടരോഗനിവാരണികൾ

കീടങ്ങൾ പരത്തുന്ന രോഗങ്ങളെ നിയന്ത്രിക്കാനും വിളസംരക്ഷണത്തിനും അത്യന്തം പ്രയോജനകരമാണ് കീടരോഗനിവാരണികൾ. ഇവയിൽ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ടവ ക്ലോറിനേറ്റഡ് ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ എന്ന വകുപ്പിൽപെടുന്നു; ഉദാഹരണമായി, ഡി.ഡി.ടി, ബിഎച്ച്സി, എൻഡ്രിൻ, ആൽഡ്രിൻ, ഡിൽഡ്രിൻ, ലിൻഡേൻ എന്നിവ. പരാതിയോൺ (parathion), മാലാത്തിയോൺ മുതലായ ഓർഗാനോഫോസ്ഫറസ് സംയുക്തങ്ങളും പ്രധാനപ്പെട്ട കീടരോഗനിവാരണികളാണ്. കീടരോഗനിവാരണികളുടെ അവശിഷ്ടഭാഗങ്ങൾ മണ്ണിൽ ലയിക്കുകയും കിഴങ്ങ് വിളകളെ ദൂഷിതമാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ലിൻഡേൻ കാരറ്റിന് നിറമാറ്റമുണ്ടാക്കുന്ന പദാർഥമാണെന്ന് നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

മണ്ണ് പരുവപ്പെടുത്താനുള്ള വസ്തുക്കൾ, പുകയ്ക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന പദാർഥങ്ങൾ, മറ്റ് രാസപ്രവർത്തകങ്ങൾ എന്നിവ

രാസവളങ്ങൾക്കും കീടരോഗനിവാരണികൾക്കും പുറമെ മണ്ണ് പരുവപ്പെടുത്താനുള്ള പദാർഥങ്ങളും, പുകയ്ക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന വസ്തുക്കളും കൃഷിക്കായി പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നുണ്ട്. ഈ രാസവസ്തുക്കൾ സാധാരണ കൃഷിയിടങ്ങളിൽ മാത്രമല്ല ഉദ്യാനകൃഷിസ്ഥലങ്ങളിലും മണ്ണിന്റെ പ്രകൃതിക്ക് മാറ്റം വരുത്തിത്തീർക്കുന്നു. കറുത്തീയം, മെർക്കുറി, ആർസെനിക്ക് എന്നിവയടങ്ങുന്ന കാർബണികസംയുക്തങ്ങൾ മണ്ണിൽ ഒരിടത്ത് ചേർക്കുമ്പോൾ, ക്രമേണ അവ സഞ്ചയിച്ച് അവിടെത്തന്നെ സ്ഥിരമായി വർത്തിക്കുകയും തന്മൂലം ഈ വിഷാലുലോഹങ്ങൾ സസ്യോല്പന്നങ്ങളിൽ കടന്നുകൂടുകയും ചെയ്യുന്നു. അവശിഷ്ടങ്ങൾ മണ്ണിൽ കിടന്നാൽ അല്പകാലം കൊണ്ട് നശിച്ചുപോവുന്നതും അപകർഷണീയവും (degradable) ആയ തരത്തിലുള്ള കീടനാശിനികൾ നിർമ്മിക്കുവാനുള്ള ഗവേഷണങ്ങൾ നടന്നുവരുന്നുണ്ട്. ഇത് വിജയിക്കുകയാണെങ്കിൽ, കീടനാശിനികളുടെ അവശിഷ്ടങ്ങളും അവയുടെ അപകർഷണോല്പന്നങ്ങളും, കാലിത്തീറ്റയ്ക്കും ഭക്ഷ്യാവശ്യങ്ങൾക്കും

വേണ്ടിയുള്ള വിളകളിലുണ്ടാക്കുന്ന മലിനീകരണം ഗണ്യമായി കുറയ്ക്കുവാൻ സാധിക്കും.

ഫാമിങ്ങ്

കഴിഞ്ഞ ഇരുപത്തഞ്ച് കൊല്ലമായി കാലിത്തൊഴുത്തുകളിൽ നിന്നും കോഴിവളർത്തുകേന്ദ്രങ്ങളിൽനിന്നുമുള്ള അവശിഷ്ടങ്ങൾ സാരമായി വർധിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇവയെ മണ്ണ്, കൃഷിയോഗ്യമായി പരുവപ്പെടുന്ന വിധത്തിൽ ഔചിത്യപൂർവം നിക്ഷേപിക്കുകയാണ് വേണ്ടത്. അല്ലാതെ, എല്ലാം കൂടി ഒരിടത്ത് കൂമ്പാരമായി കൂട്ടിയിട്ടാൽ പല ഉപദ്രവങ്ങളും അതുകൊണ്ടുണ്ടാകും. ഈ ശേഖരങ്ങൾ രോഗാണുവാഹകങ്ങളായ ഈച്ചകൾക്കും കീടങ്ങൾക്കും എലികൾക്കും പെരുകാനുള്ള താവളങ്ങളായിത്തീരും. എന്നു മാത്രമല്ല, ഈ ജൈവാവശിഷ്ടങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള ജീർണനം കൊണ്ടുണ്ടാകുന്ന ദുർഗന്ധം പൊതുജനാരോഗ്യത്തിന് ഭീഷണിയും സൃഷ്ടിക്കും.

റേഡിയോപ്രസരമുള്ള വസ്തുക്കൾകൊണ്ട് മണ്ണിനുണ്ടാകുന്ന മലിനീകരണം

(ആണവസ്ഫോടനങ്ങളിൽ നിന്നുണ്ടാകുന്ന) ധൂളിപാതം കൊണ്ടും (ആണവപരിശോധനാ ലാബറട്ടറികളിൽനിന്നും ആണവവ്യവസായങ്ങളിൽ നിന്നും ഉത്ഭവിക്കുന്ന) റേഡിയോപ്രസരമുള്ള അവശിഷ്ടങ്ങൾ കൊണ്ടും, മണ്ണിൽ റേഡിയോപ്രസരമുള്ള പദാർഥങ്ങൾ സഞ്ചയിക്കുന്നു. ആണവറിയാക്ടറുകളിൽനിന്നുള്ള അവശിഷ്ടങ്ങൾ റുഥേനിയം-106 (Ruthenium), റോഡിയം-106 (Rhodium), അയോഡിൻ-131, ബേരിയം-140, ലന്താനം-140 (Lanthanum), സീരിയം-144 (Cerium), പ്രൊമിത്തിയം-144 (Promethium) എന്നിവ കൂടാതെ, പ്രാഥമിക ന്യൂക്ളൈഡുകളായ സ്ട്രോൺഷ്യം-90 (Strontium-90), സീഷ്യം-137 (Caesium) എന്നിവയും ഉൾക്കൊള്ളുന്നു. സ്ട്രോൺഷ്യവും (90), സീഷ്യവും (137) മറ്റു അണുവിഘടന പരീക്ഷണങ്ങളിൽനിന്നുകൂടി ഉത്ഭവിക്കുന്നുണ്ട്. സ്ട്രോൺഷ്യം-90 ന്റെ അർധായുസ്സ് 28 കൊല്ലമാണ്; സീഷ്യം-137 ന്റേത് 30 കൊല്ലവും. ഇവ രണ്ടും മഴവെള്ളത്തിലൂടെ മണ്ണിൽ ഒലിച്ചിറങ്ങുകയും സ്ഥിരവൈദ്യുതിബലങ്ങൾകൊണ്ട് മണ്ണിൽ ദൃഢമായി പറ്റിപ്പിടിച്ച് നിൽക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ശക്തമായ മഴയും മണ്ണൊലിപ്പും ഉണ്ടാകുമ്പോൾ, ഊറൽമണ്ണിന്റെയും ചെളിയുടെയും കൂടെ സ്ട്രോൺഷ്യവും സീഷ്യവും പലേടത്തും വ്യാപിക്കുന്നു. കല്പായൽ (lichen) മുതലായ ചില സസ്യങ്ങളിൽ സീഷ്യം-137 സംഭൃതമാകുന്നുണ്ടെന്നും അത്തരം സസ്യങ്ങൾ തിന്നുന്ന മൃഗങ്ങളിൽ ഈ റേഡിയോ ന്യൂക്ലൈഡിന്റെ സാന്ദ്രീകരണം സംഭവിക്കാനിടയുണ്ടെന്നും ഈയിടെ നടത്തിയ ചില പഠനങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. മണ്ണിൽ നിക്ഷി

പ്തമാകുന്ന എല്ലാത്തരം റേഡിയോ ന്യൂക്ലൈഡുകളും ഗാമാരശ്മികളെ ഉത്സർജിക്കുന്നുണ്ട്.

കാർബൺ – 14 നെപ്പറ്റി പ്രത്യേകം പറയേണ്ടതുണ്ട്. കോസ്മിക്ക് രശ്മികളുടെയും ഹൈഡ്രജൻ ബേസുകളുടെ വിസ്ഫോടനത്തിന്റെയും പ്രഭാവം കൊണ്ട്, നൈട്രജൻ ചില ന്യൂട്രോൺ–പ്രോട്ടോൺ പരിണാമങ്ങൾക്ക് വിധേയമായിത്തീരുന്നതിനാൽ, കാർബൺ–14 സംജാതമാകുന്നു, സസ്യങ്ങളിൽ കാർബൺ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ചയാപചയ പ്രക്രിയയിൽ ഈ മൂലകം (C–14) പങ്കു കൊള്ളുന്നതിനാൽ, അതിന് പ്രത്യേകപ്രാധാന്യം കല്പിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഈ മാർഗത്തിലൂടെ സസ്യങ്ങളിൽ കാർബൺ–14 പ്രവേശിക്കുന്നതിനാൽ അത് ക്രമേണ മൃഗങ്ങളിലും കടന്ന് കൂടുന്നു.

(അധ്യായം V 'റേഡിയോ ആക്ടീവമായ മലിനീകരണം' കൂടി നോക്കുക.)

ജൈവികവസ്തുക്കൾകൊണ്ട് മണ്ണിനുണ്ടാകുന്ന മലിനീകരണം

മണ്ണിന് ജൈവികമലിനീകരണമുണ്ടാക്കുന്നത് മുഖ്യമായും മനുഷ്യരുടെയും മൃഗങ്ങളുടെയും പക്ഷികളുടെയും ഉത്സർഗങ്ങളിൽനിന്നാണ്. വാഹിതമലത്തിന്റെ ദഗ്ധമായ അവപങ്കം വളമായി ഉപയോഗിക്കുന്നതുകൊണ്ടും മണ്ണിന് മലിനീകരണമുണ്ടാകുന്നു. വികസ്വരരാജ്യങ്ങളിൽ മലിനീകരണത്തിന്റെ ഗുരുതരമായ പ്രശ്നങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നത് കുടലിനെ ബാധിക്കുന്ന പരജീവികളാണ്. ഉത്സർഗത്തിനുപുറമെ മോശപ്പെട്ട ശുചിത്വദീക്ഷ, അവശിഷ്ടജലം, തെറ്റായ കാർഷികരീതികൾ എന്നിവയും മലിനീകരണ ഹേതുക്കളാകാറുണ്ട്. മണ്ണിനെ ദൂഷിതമാക്കുന്ന രോഗാണുജീവികളെ പഠനാർഥം മൂന്നായിതരംതിരിക്കാം.

1. *മനുഷ്യർ വിസർജിക്കുന്ന രോഗാണുജീവികൾ*: ഈ വകുപ്പിൽ, കുടലിലുള്ള ബാക്ടീരിയങ്ങളും പരജീവികളായ കീടങ്ങളും പെടുന്നു. ദൂഷിതമായ മണ്ണുമായുള്ള സമ്പർക്കംകൊണ്ടോ അത്തരം മണ്ണിലുണ്ടാക്കിയ പച്ചക്കറികളും പഴങ്ങളും ഭക്ഷിക്കുന്നതുകൊണ്ടോ അവ മനുഷ്യരിലേക്ക് സംക്രമിക്കുന്നു. ഇപ്രകാരം രോഗാണുക്കൾ മനുഷ്യരിൽ നിന്ന് മണ്ണിലേക്കും, പിന്നീട് മണ്ണിൽനിന്ന് മനുഷ്യരിലേക്കും സഞ്ചരിക്കുന്നുണ്ട്.

2 *മൃഗങ്ങൾ വിസർജിക്കുന്ന രോഗാണുജീവികൾ*: രോഗം ബാധിച്ചിട്ടുള്ള മൃഗങ്ങളുടെ ഉത്സർഗങ്ങൾ കൊണ്ട് ദൂഷിതമായിട്ടുള്ള മണ്ണുമായി സമ്പർക്കമുണ്ടാകുമ്പോൾ, രോഗാണുക്കൾ മനുഷ്യരിൽ പ്രവേശിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ മൃഗങ്ങളിൽ നിന്ന് മണ്ണിലേക്കും മണ്ണിൽനിന്ന് മനുഷ്യരിലേക്കും രോഗാണുക്കൾ സംക്രമിക്കുന്നു.

3. *മണ്ണിൽ പ്രാകൃതികമായി കണ്ടുവരുന്ന രോഗാണുജീവികൾ*: ഇപ്ര

കാരം ദൂഷിതമായ മണ്ണിൽനിന്ന് നേരിട്ടും സമ്പർക്കത്തിലൂടെയും മനുഷ്യരിൽ രോഗാണുക്കൾ എത്തിച്ചേരുന്നുണ്ട്.

മനുഷ്യർക്കിടയിൽ ശുചിത്വമില്ലായ്മ വ്യാപകമായിട്ടുള്ളതിനാൽ, മണ്ണിൽനിന്നുള്ള രോഗാണുക്കൾ സൃഷ്ടിക്കുന്ന രോഗങ്ങൾ ചാക്രികമായി ആവർത്തിച്ചുവരുന്നു. ആധുനികസംസ്കാരം മനുഷ്യർക്ക് ഒട്ടേറെ മേന്മകൾ വരുത്തിയിട്ടുണ്ടെങ്കിലും വികസ്വരരാജ്യങ്ങളിലെ ഒട്ടേറെപേരുടെയും മലമൂത്രവിസർജന ശീലങ്ങൾക്ക് മാറ്റമൊന്നുമുണ്ടായിട്ടില്ല. അതിനാൽ മലവിസർജനംകൊണ്ടുള്ള മലിനീകരണം ഉണ്ടാകാനുള്ള സാധ്യത ഏറിയിരിക്കുന്നു. മികച്ച വളമായതിനാൽ മനുഷ്യമലം കക്കൂസുകളിൽനിന്നും സെപ്ടിക്ക് ടാങ്കുകളിൽനിന്നും നീക്കംചെയ്ത് കൃഷിമണ്ണിൽ നിക്ഷേപിക്കുന്ന പതിവുണ്ട്. അതിനാൽ, പലതരം രോഗാണുക്കൾ അടങ്ങുന്ന മലത്തിൽനിന്ന് മണ്ണിലൂടെ അവ മനുഷ്യരിലേക്കു സംക്രമിക്കാൻ ഇടവരുന്നു. ഇതിനുപുറമെ, സേചനത്തിനായി മറ്റുതരത്തിൽ ലഭ്യമായ വെള്ളത്തോടൊപ്പം മലിനജലവുംകൂടി കൃഷിക്കുപയോഗിക്കുന്നതിനാൽ, മണ്ണും വിളകളും ദൂഷിതമാവുകയും, മനുഷ്യർക്ക് ആന്ത്രബാക്ടീരിയങ്ങൾകൊണ്ടും മറ്റുരോഗാണുക്കൾ കൊണ്ടുമുള്ള രോഗങ്ങൾ പിടികൂടുന്നതിനുള്ള സാധ്യത വർധിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

രോഗാണുജീവികളെ നിയന്ത്രിക്കുന്നതിന് പല ഉപായങ്ങളും കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. രോഗാണുക്കളിൽ പലതും പ്രതിരോധശക്തി കൂടിയവയും നാശകവസ്തുക്കളെ ശക്തമായി ചെറുത്തുനിൽക്കാൻ കഴിവുള്ളവയും ആണെന്ന് ഈയിടെ നടത്തിയിട്ടുള്ള ഗവേഷണങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി അസ്കാരിസിന്റെ (ascaris) മുട്ടകൾ മിതശീതോഷ്ണ പ്രദേശങ്ങളിലെ മണ്ണിൽ രണ്ടുകൊല്ലത്തിലേറെക്കാലം നശിക്കാതെ കിടക്കുന്നവയാണ്. വാഹിതമലം കലർത്തിയിട്ടുള്ള മണ്ണിൽ 70 ദിവസത്തോളം സാൽമൊനെല്ല ജീവാണുക്കൾ നിലനിൽക്കുന്നു. അതിനാൽ വാഹിതമലസേചനം നടത്തുന്ന കൃഷിഭൂമികളിൽ രോഗാണുക്കളെ നശിപ്പിക്കുന്നതിനു പ്രത്യേകനടപടികൾ ആവശ്യമാകുന്നു.

മണ്ണിന്റെ മലിനീകരണം കൊണ്ടുണ്ടാകുന്ന രോഗങ്ങൾ

മനുഷ്യനിൽനിന്ന് മണ്ണിലേക്ക് സംക്രമിക്കുന്ന ബാക്ടീരിയങ്ങൾ കാരണം ബാസിലറി ഡിസൻട്രി(bacillary dysentery), കോളറ, ടൈഫോയ്ഡ്, പാരാടൈഫോയ്ഡ്, പനി എന്നീ രോഗങ്ങൾ മനുഷ്യർക്ക് പിടിപെടുന്നു. ദൂഷിതമായ മണ്ണിൽ പെറ്റുപെരുകുന്നവയും അത്തരം മണ്ണിനോട് സമ്പർക്കമുള്ളവയും ആയ ഈച്ചകളും രോഗാണുവാഹകങ്ങളാണ്. പരജീവികളായ ചില കീടങ്ങളുടെ മുട്ടകൾ (helminth) മണ്ണിൽ ഊഷ്മായനവിധേയമാവുന്നു. ഈ മുട്ടകളും ലാർവകളും സാംക്രമികമാണ്. മണ്ണിലൂടെ പകരുന്ന ചില

പ്രധാനപ്പെട്ട കൃമികളാണ് Ascaris lumbricoides (ഉരുണ്ടവിര), trichuris trichiura (ചാട്ടവിര), Ancylostoma duodenale എന്നിവ. ഒടുവിൽ പറഞ്ഞ കൃമിയാണ് കൊക്കപ്പുഴു രോഗത്തിന് കാരണമെന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു. മൺകൃമികൾ ആതിഥേയ ശരീരത്തിൽനിന്ന് പ്രോട്ടീനുകളും വിറ്റാമിനുകളും വലിച്ചെടുക്കുന്നു എന്ന് നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഇപ്രകാരം അവശ്യപോഷകഘടകങ്ങൾ ആഗിരണം ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ട് ഈ കൃമികൾ പോഷണവൈകല്യം സൃഷ്ടിക്കുന്നു. കൊക്കപ്പുഴുക്കൾ രക്തം ഊറ്റിക്കുടിക്കുന്നത് കൊണ്ട് ശരീരത്തിൽനിന്ന് വൻതോതിൽ രക്തവും ഇരുമ്പും നഷ്ടപ്പെടുന്നു എന്ന് മറ്റൊരു റിപ്പോർട്ട് പറയുന്നു. വിളർച്ചക്ക് ഇപ്രകാരം കൊക്കപ്പുഴുബാധ കാരണമാകുന്നു.

മൃഗങ്ങൾക്കുണ്ടാകുന്ന ചില രോഗങ്ങൾ മനുഷ്യർക്ക് പകരാവുന്നവയാണ്. ഈ സംക്രമണത്തിൽ പ്രധാനപെട്ട ഒരു പങ്ക് മണ്ണിനാണ്. leptospirosis, Q fever, anthrax എന്നിവ ഈ വകുപ്പിൽപ്പെട്ട ചില രോഗങ്ങളാകുന്നു. ലെപ്ടോസ്പിറോസിസ് മനുഷ്യർക്കും മൃഗങ്ങൾക്കും പിടിപെടുന്ന ഒരു സാധാരണ രോഗമാണ്. മൃഗങ്ങളിലുള്ള ലെപ്ടോസ്പൈറുകൾ (leptospires) വിസർജനത്തിലൂടെ മണ്ണിലെത്തിച്ചേരുന്നു. മൃഗങ്ങളുടെ മൂത്രത്തിൽ ഏകദേശം 100 ദശലക്ഷം ലെപ്ടോസ്പൈറുകൾ ഉണ്ടാകുമെന്നാണ് കണക്ക്. ഇവ മണ്ണിലോ വെള്ളത്തിലോ വിസർജനത്തിലൂടെ എത്തിക്കഴിഞ്ഞാൽ അനവധി ആഴ്ചകളോളം സജീവമായി നിലനിൽക്കുന്നു. ഇത്തരം മണ്ണോ വെള്ളമോ മനുഷ്യസമ്പർക്കത്തിന് വിധേയമാകുമ്പോൾ, ത്വക്കിലെ മുറിവുകളിൽ കൂടിയോ ശ്ലേഷ്മസ്തരങ്ങളിൽ കൂടിയോ ലെപ്ടോസ്പൈറുകൾ ശരീരത്തിനകത്തേക്ക് കടക്കുന്നു. മണ്ണിലും പൊടിയിലും കാണാകുന്ന rickettsia coxiella burnatii എന്ന ജീവി 'Q fever' ഉണ്ടാകുന്നതിന് കാരണമാകുന്നു. 'Bacillus anthracis' ആന്ത്രാക്സ് രോഗം സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ഇവയുടെ സ്പോറങ്ങൾ (spores)ക്ക് ഗണ്യമായ പ്രതിരോധശേഷിയുള്ളതിനാൽ അവ മണ്ണിലും ജന്തുജന്യപദാർഥങ്ങളിലും കൊല്ലങ്ങളോളം നാശമില്ലാതെ വർത്തിക്കുന്നു.

ഫംഗസ്, ആക്ടിനോമൈസെറ്റീസ് (actinomycetes) എന്നീ മൃതജീവികൾ സാധാരണമായി മണ്ണിലും സസ്യജാലങ്ങളിലും വളരുന്നു. ഇവ ചർമ്മത്തിലും, ശരീരപ്രവർത്തനങ്ങളെ ബാധിക്കുന്നവിധത്തിൽ ആന്തരികമായും ഗുരുതരമായ ഫംഗസ് രോഗങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നവയാണ്. ഇവയുടെ സ്പോറങ്ങൾ ശ്വസനത്തിലൂടെയോ ത്വക്കിലെ മുറിവുകളിൽ കൂടിയോ ആകാം ശരീരത്തിൽ കടക്കുന്നത്. ഇങ്ങനെ മണ്ണിൽ നിന്ന് നേരിട്ട് രോഗാണുജീവികളുടെ സംക്രമണമുണ്ടാകുന്നു. പ്രത്യേകം എടുത്തുപറയേണ്ടുന്നവയും അത്യന്തം ആപൽകാരികളുമായ രണ്ട് രോഗങ്ങളുണ്ട്–ക്രോമോമൈക്കോസിസും (chromomycosis), കൊക്കീഡിയോ ഇഡോമൈക്കോ

സിസ്സും (coccidioidomycosis). മൃഗങ്ങളുടെ, പ്രത്യേകിച്ച് കുതിരകളുടെ വിസർജ്യത്തിലൂടെ പകരുന്ന ഭീകരമായ മറ്റൊരു രോഗവുമുണ്ട്–ടെറ്റനസ്. 'ക്ലോസ്ട്രീഡിയം ടെറ്റനി' (clostridium tetani) ആണ് ഇത് പരത്തുന്നത്. ടെറ്റനസ് രോഗാണു ക്ഷതമേറ്റ സ്ഥാനത്ത് അവായവമായി പെരുകുന്നു. പക്ഷേ ടെറ്റനസ് ബാധ അത്ര സാധാരണമല്ല.

മണ്ണിനും ഭൂമിക്കുമുണ്ടാകുന്ന മലിനീകരണത്തിന്റെ നിയന്ത്രണം

വീടുകളിൽനിന്നും കൃഷിയിടങ്ങളിൽ നിന്നും വ്യവസായശാലകളിൽ നിന്നുമുള്ള ഖരാവശിഷ്ടങ്ങളാണ് ഭൂമിക്ക് മലിനീകരണമുണ്ടാക്കുന്നതെന്ന് നാം കണ്ടു. അതിനാൽ നിയന്ത്രണരീതികളിൽ പ്രമുഖമായത്, ഖരാവശിഷ്ടങ്ങളെ ലഘൂകരിക്കുവാനും സുരക്ഷിതമായി നിക്ഷേപിക്കുവാനുമുള്ള പ്രക്രിയകളാണ്. ഖരാവശിഷ്ടങ്ങളെ വേണ്ടവിധത്തിൽ നശിപ്പിച്ചുകളയുക എന്നത് ഒരു നേരമ്പോക്കല്ല. അതിന് ഭീമമായ ചെലവുണ്ട്. അവശിഷ്ടങ്ങളെ പുനശ്ചക്രണം ചെയ്താൽ ചെലവ് ചുരുങ്ങിക്കിട്ടും. അവശിഷ്ടദൂരീകരണത്തെ മൂന്ന് ശീർഷകങ്ങളിൽ തിരിച്ച് പ്രതിപാദിക്കാം:

1. അവശിഷ്ട ശേഖരണം.
2. അവശിഷ്ട നിക്ഷേപണം.
3. വിഭവങ്ങൾ വീണ്ടെടുക്കൽ.

അവശിഷ്ടശേഖരണം

അവശിഷ്ടങ്ങൾ അതത് സ്ഥലങ്ങളിൽനിന്ന് ശേഖരിച്ച് നിക്ഷേപണസ്ഥാനത്തേക്ക് കൊണ്ടുപോകാൻ വാഹനങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കേണ്ടി വരുന്നു. അവശിഷ്ടങ്ങൾ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നതിന് ആകെ വരുന്ന ചെലവിന്റെ 80 ശതമാനവും ശേഖരണത്തിന് മാത്രമായി വേണ്ടിവരുന്നു എന്നാണ് കണക്കാക്കിയിട്ടുള്ളത്. ഇതിന് പുറമെ ഈ ആവശ്യത്തിനായി ഒട്ടേറെസമയം സഞ്ചാരത്തിലും നഷ്ടപ്പെടുന്നു. നഗരത്തിൽ പലേടത്തായി അനേകം ശേഖരണകേന്ദ്രങ്ങൾ സ്ഥാപിച്ചാൽ പണവും സമയവും ലാഭിക്കുവാൻ സാധിക്കും. ഓരോ സ്ഥലത്തുനിന്നും അവശിഷ്ടങ്ങൾ ധാരാളമായി അടുത്തുള്ള കേന്ദ്രത്തിലേക്ക് എളുപ്പത്തിൽ എത്തിക്കുകയും പിന്നീട് എല്ലാ കേന്ദ്രങ്ങളിൽ നിന്നും അതെല്ലാം വാരിക്കൂട്ടി മുഖ്യകേന്ദ്രത്തിലേക്ക് നീക്കം ചെയ്യുകയുമാവാം. മറ്റൊരു മാർഗം, ന്യൂമാറ്റിക്ക് (pneumatic) പൈപ്പുകൾ ഉപയോഗിക്കുക എന്നതാണ്. ചെലവും പ്രയത്നവും പ്രാരംഭത്തിൽ കൂടുതലാണെങ്കിലും ന്യൂമാറ്റിക്ക് പൈപ്പുകൾ വഴിയുള്ള അവശിഷ്ടശേഖരണവും നിക്ഷേപണവും കൂടുതൽ കാര്യക്ഷമമാണെന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു.

അവശിഷ്ടനിക്ഷേപണം

ചെലവ് കുറഞ്ഞതും പരക്കെ സ്വീകരിച്ച് വരുന്നതുമായ മാർഗം ഖരാവശിഷ്ടങ്ങൾ ഒരിടത്ത് കൂട്ടിയിടുക എന്നതാണ്. പക്ഷേ ഇതുകൊണ്ട് പല തകരാറുകളുമുണ്ട്. അവയെപ്പറ്റി മുൻപ് ചർച്ച ചെയ്തു കഴിഞ്ഞു. മറ്റേതെങ്കിലും വിധത്തിൽ അവശിഷ്ടങ്ങളെ നിക്ഷേപിക്കുന്നതാണ് ഉചിതം. ഭൂമി നികത്തുവാൻ ഉപയോഗിക്കുക അല്ലെങ്കിൽ ഭസ്മീകരിക്കുക എന്നതാണ് ഏറ്റവും നല്ല സംസ്കരണരീതി. നികത്തേണ്ട ഭൂമിയിൽ അവശിഷ്ടങ്ങൾ നിക്ഷേപിച്ച ശേഷം ഇടതൂർന്ന് മണ്ണിട്ട് ഉറപ്പിക്കുകയും അതിന് മുകളിലായി കുറച്ചുയരംവരെ മണ്ണ് കൊണ്ട് മൂടിയിടുകയും ചെയ്യുന്നു. യഥാർഥത്തിൽ ഈ രീതിയിലുള്ള നികത്തൽ, ഒരു ജൈവിക സംസ്കരണരീതിയാണ്. നഗരജന്യമായ ജൈവാവശിഷ്ടങ്ങൾ മണ്ണിൽ കിടന്ന് അവായവ വിഘടനംകൊണ്ട് കാർബൺഡയോക്സൈഡ്, മീഥേൻ, അമോണിയ എന്നിവയും ചെറിയതോതിൽ ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡും ഉല്പാദിപ്പിക്കുകയും ജീർണിച്ചുപോവുകയും ചെയ്യുന്നു. സ്വച്ഛമായ ഭൂനിക്ഷേപണമാണ് ഖരാവശിഷ്ടങ്ങൾ ദൂരീകരിക്കുന്നതിനുള്ള ഏറ്റവും ചെലവ് കുറഞ്ഞതും ഫലപ്രദവുമായ മാർഗം.

ഖരാവശിഷ്ടപ്രശ്നത്തെ സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം, ഭസ്മീകരണമാണ് ഉത്തമ പരിഹാരമെങ്കിലും, അതിന് വേണ്ടിവരുന്ന ചെലവ് ഭീമമാണ്. എന്ന് മാത്രമല്ല ഭസ്മീകരണം കൊണ്ട്, അവശിഷ്ടങ്ങളുടെ മൊത്തമളവിൽ മുപ്പതുശതമാനത്തോളമേ കുറവുണ്ടാകുന്നുള്ളു. അതിനാൽ നിക്ഷേപത്തിന്റെ പ്രശ്നം പിന്നെയുമുണ്ടാകുന്നു, ഭസ്മീകരണത്തിന് ശേഷം ബാക്കിയുണ്ടാകുന്ന പദാർഥങ്ങൾ മാറ്റിക്കളയേണ്ടി വരുന്നതിനാൽ ഇതിനും പുറമെ ഭസ്മീകരണം വായുമലിനീകരണപ്രശ്നങ്ങളും സൃഷ്ടിക്കുന്നുണ്ട്. താപീയാപഘടനം (ഓക്സിജന്റെ സാന്നിധ്യമില്ലാതെയുള്ള ദഹനം) ആണ് അവശിഷ്ടനിക്ഷേപണത്തിനുള്ള മറ്റൊരുമാർഗം. ഇങ്ങനെ പലമട്ടിലും ഖരാവശിഷ്ടനിക്ഷേപണം സാധ്യമാണെങ്കിലും, ചെലവ് കുറഞ്ഞതും കാര്യക്ഷമവുമായ മാർഗമൊന്നും ഇതുവരെ കണ്ടെത്തിയിട്ടില്ല.

വിഭവങ്ങൾ വീണ്ടെടുക്കൽ

ഭാവിയിൽ അവശിഷ്ടങ്ങൾ കൈകാര്യം ചെയ്യുവാനുള്ള ഏറ്റവും സ്വീകാര്യമായ മാർഗം 'പുനശ്ചക്രണം' (recycling) എന്ന് വ്യവഹരിക്കപ്പെടുന്ന വിഭവപുനഃപ്രാപ്തിയാണ്. പുനശ്ചക്രണംകൊണ്ട് രണ്ട് ഗുണമുണ്ട് (i) നിലവിലുള്ള വിഭവങ്ങളുടെ സംരക്ഷണം (ii) നിക്ഷേപ്യമായ അവശിഷ്ടങ്ങളുടെ അളവിലുണ്ടാകുന്ന സാരമായ കുറവ്. കടലാസ്, സ്ഫടികം, ലോഹങ്ങൾ, ജൈവവസ്തുക്കൾ എന്നിവ പുനശ്ചക്രണം ചെയ്യാവുന്ന പദാർഥങ്ങളിൽ ചിലതാണ്. ഒരു ടൺ കടലാസ് വീണ്ടെടുത്താൽ, ആദ്യ

കടലാസ്സിന്റെ മൂലസ്രോതസ്സായിട്ടുള്ള മരങ്ങളിൽ ഏകദേശം 17 എണ്ണത്തെ മഴുവിൽനിന്നു രക്ഷിക്കാമെന്ന് ഡോ. ആർനെ വെസിലിൻഡ് (Dr. Aarne Vesilind) പറയുന്നു. പക്ഷേ പാഴ്ക്കടലാസ്സിൽ നിന്ന് പുത്തൻ കടലാസ്സുണ്ടാക്കാനുള്ള ചെലവ്, നേരിട്ട് പുത്തൻകടലാസ് നിർമ്മിക്കുന്നതിനേക്കാൾ അധികമാണെന്ന് ഓർക്കേണ്ടതുണ്ട്. സ്ഫടികം സമ്പൂർണമായും പുനശ്ചക്രണം ചെയ്യാവുന്ന ഉല്പന്നവും പലവിധത്തിലും ഉപയോഗപ്പെടുത്താവുന്നതും ആണെങ്കിലും, അത് അത്ര വിലയുള്ള വസ്തുവല്ല എന്ന് മാത്രമല്ല സ്ഫടികനിർമ്മാണത്തിന് വേണ്ട അസംസ്കൃതവസ്തുക്കൾ സുലഭവുമാണ്. സ്ഫടികത്തെസംബന്ധിച്ചും, പഴയതിൽനിന്ന് പുതിയത് നിർമ്മിച്ചെടുക്കുവാനുള്ള ചെലവ് മൗലിക സ്ഫടികനിർമ്മാണത്തിനേക്കാൾ കൂടുതലാണ്. എന്നാൽ ലോഹങ്ങളുടെ പുനശ്ചക്രണം ലാഭകരമാണ്. ലോഹികാവശിഷ്ടങ്ങൾ, ലോഹശകലങ്ങൾ, തകരപ്പാത്രങ്ങൾ, തകർന്നുപോയ മോട്ടോർ വാഹനങ്ങൾ എന്നിവ പുനഃസംസ്കരണം ചെയ്ത് മറ്റ് പല ആവശ്യങ്ങൾക്കും ഉപയോഗപ്പെടുന്ന വസ്തുക്കൾ നിർമ്മിക്കുവാൻ സാധിക്കും. ജൈവവസ്തുക്കൾ കമ്പോസ്റ്റിങ്ങ് (composting) എന്നറിയപ്പെടുന്ന പ്രക്രിയയ്ക്ക് വിധേയമാക്കുകയാണ് പതിവ്. ഇതിൽ ഭൂനിക്ഷേപത്തിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്തമായി ഖരാവശിഷ്ടങ്ങൾക്ക് വിഘടനം സംഭവിക്കുന്നത് വായവപ്രക്രിയയിലൂടെയാണ്. ഇതിൽ നിന്നുള്ള അന്തിമോല്പന്നമാണ് കമ്പോസ്റ്റ്. ഒരു മികച്ച വളമാണ് ഈ വസ്തു. എന്നാൽ വികസിത രാജ്യങ്ങളിൽ അജൈവമായ കൃത്രിമവളങ്ങൾ ഇതിനേക്കാൾ വളരെ കുറഞ്ഞ വിലയ്ക്ക് ലഭ്യമായതിനാൽ, കമ്പോസ്റ്റ് വളത്തിന്റെ ഉപയോഗം കുറവാണ്. അതിനാൽ ആ നാടുകളിൽ കമ്പോസ്റ്റും ഒരിടത്ത് നിക്ഷേപിക്കേണ്ട മറ്റൊരു ഖരാവശിഷ്ടമായി കരുതപ്പെടുന്നു.

മണ്ണിന്റെ മലിനീകരണം നിയന്ത്രിക്കാനുള്ള മറ്റു മാർഗങ്ങൾ

ഖരാവശിഷ്ടങ്ങളുടെ അളവ് നിയന്ത്രിക്കുവാൻ മറ്റ് മാർഗങ്ങളും അവലംബിക്കാവുന്നതാണ്. ഉദാഹരണമായി സ്രോതസ്സുകളിൽ തന്നെ അവശിഷ്ടങ്ങൾ കുറയ്ക്കുവാൻ സാധിക്കും. പക്ഷേ അത് നിയമനിർമ്മാണത്തിലൂടെയും പൊതുജനസഹകരണത്തോടുകൂടിയും മാത്രമേ പ്രാവർത്തികമാക്കാൻ പറ്റുകയുള്ളൂ.

മണ്ണിനെ മലിനപ്പെടുത്തുന്ന പദാർഥങ്ങളിൽവച്ച് കീടനാശിനികളാണ് പൊതുജനങ്ങളിൽ ഏറ്റവും ഉൽക്കണ്ഠയുണ്ടാക്കുന്നത്. കാർഷികാവശ്യങ്ങൾക്കുള്ള കീടനാശിനികളെ സംബന്ധിച്ച് ഇപ്പോഴുള്ള പ്രവണത അൽപകാലം മാത്രം നിലനിൽക്കുന്നതും അപകർഷണീയവുമായ സംയുക്തങ്ങൾ നിർമ്മിക്കുക എന്നതാണ്. ഇതുവഴി കീടനാശിനികളുടെ അവ

ശിഷ്ടങ്ങളും അവയിൽനിന്നുള്ള ഉപോൽപന്നങ്ങളും ഭക്ഷ്യവസ്തുക്കളിലും കാലിത്തീറ്റവിളകളിലും കടന്നുകൂടി സ്ഥായിയായി നിൽക്കുന്നത് വളരെ കുറവാക്കുവാൻ സാധിക്കുന്നു.

ജൈവിക മാലിന്യകാരകങ്ങളെ സംബന്ധിച്ച്, ജനങ്ങൾ ശുചിത്വം പാലിക്കണമെന്നതാണ് പ്രധാനം. വീടുകളിൽ നിന്നുള്ള വാഹിതമലം (കക്കൂസുമലം) സംസ്കരണം ചെയ്യാതെ ഉപയോഗിക്കുന്ന സമ്പ്രദായം കഴിയുന്നതും ഒഴിവാക്കേണ്ടതാണ്. ഫംഗസുകൾ, ആക്ടിനോമൈസെറ്റിസ് എന്നിവയെ ഫലപ്രദമായി നശിപ്പിച്ചുകളയണം.

വായുവിന്റെയും വെള്ളത്തിന്റെയും മലിനീകരണത്തോട് തുല്യമായ, 'മൂന്നാമത്തെ മലിനീകരണം' എന്നറിയപ്പെടുന്ന, മൺമലിനീകരണവും ഒരു യഥാർഥപ്രശ്നം തന്നെയാണ്. ഖരാവശിഷ്ടങ്ങൾ കൊണ്ട് മാത്രമാണ് മണ്ണിന്റെ മലിനീകരണത്തിൽ 90 ശതമാനവും സംഭവിക്കുന്നത്. അതിനാൽ ഭാവിയിൽ, മണ്ണിന്റെ സംദൂഷണം ഒഴിവാക്കണമെങ്കിൽ, തികച്ചും ജൈവികപ്രക്രിയകൾ കൊണ്ട് ജീർണിച്ചുപോകുന്ന പദാർഥങ്ങൾ കണ്ടെത്തി നിർമ്മിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു

5

റേഡിയോ–ആക്ടീവ് മലിനീകരണം

റേഡിയോ പ്രസരമുള്ള വസ്തുക്കൾ കൊണ്ടുണ്ടാകുന്ന മലിനീകരണം ഭൗതികരീതിയിൽ പെട്ടതാണെങ്കിലും അതിനെപ്പറ്റി പ്രത്യേകം വേർതിരിച്ച് പ്രതിപാദിക്കേണ്ടതുണ്ട്. മനുഷ്യനിർമ്മിതമായ റേഡിയോ ആക്ടീവ് പദാർഥങ്ങളുടെ ആവിർഭാവമുണ്ടായതും അവ സാമ്പത്തിക രംഗത്ത് പ്രാധാന്യം നേടിയതും വ്യവസായവൽക്കരണപ്രക്രിയയിൽ താരതമ്യേന വൈകിയും പെട്ടെന്നുമാണ്. അതിനു പുറമെ, റേഡിയോ ആക്ടീവ് മലിനീകരണത്തിന്റെ പ്രഭാവങ്ങൾ മറ്റുതരത്തിലുള്ളവയിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്തവുമാകുന്നു. മനുഷ്യൻ പരിണാമം സംഭവിച്ചുകൊണ്ടിരുന്ന കാലം മുഴുവനും, താഴ്ന്ന തോതിലുള്ളതും പ്രാകൃതികസ്രോതസ്സുകളിൽ നിന്നുത്ഭവിക്കുന്നതുമായ അയണീകരിക്കുന്ന വികിരണത്തിന് പാത്രീഭൂതനായിട്ടുണ്ട്. പക്ഷേ വികിരണത്തിന്റെ തോതു വർധിച്ചത് ആണവായുധങ്ങളുടെ ആവിർഭാവത്തോടുകൂടിയാണ്.

പരിസ്ഥിതിയിലുണ്ടാകുന്ന റേഡിയോ ആക്ടീവ് മലിനീകരണമെന്നത് പ്രകൃതിജന്യമോ കൃത്രിമനിർമ്മിതമോ ആയ റേഡിയോപ്രസര വസ്തുക്കൾ ഉൾപ്പെടുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങൾ മനുഷ്യർ നിർവഹിക്കുന്നതുമൂലം പ്രാകൃതികമായ പശ്ചാത്തലവികിരണത്തിലുണ്ടാകുന്ന വർധനവാണെന്ന് എച്. പി. ജാമ്മറ്റ് (H.P. Jammet)* നിർവചിക്കുന്നു. വികിരണത്തിന്റെ പ്രഭാവം വികിരണസംബന്ധിയായ ജോലികളിൽ ഏർപ്പെടുന്നവർക്ക് മാത്രമല്ല പൊതുജനങ്ങൾക്കും കൂടി ആപൽക്കരമായിത്തീരുന്നു. കൃത്രിമമായ റേഡിയോ ആക്ടീവതയുടെ കണ്ടുപിടുത്തത്തിന്റെ ഫലമായും, അതിനേക്കാളധികം ആറ്റംബോംബിന്റെയും ആണവോർജനിർമ്മാണത്തിന്റെയും വികസനത്തെ തുടർന്നും, റേഡിയോപ്രസരമുള്ള വസ്തുക്കൾ അന്തരീക്ഷത്തിൽ വ്യാപിക്കുന്നതിനുള്ള സാധ്യത ഗണ്യമായി വർധിച്ചിരിക്കുന്നു. പരിസ്ഥിതിയിലെ റേഡിയോ ആക്ടീവ് മലിനീകരണത്തിന്റെ വിവിധ ഘടകങ്ങളും, മാലിന്യകാരകങ്ങളുടെ പ്രഭാ

* H.P.Jammet, Chief of Atomic Hygiene and Radio Pathology, French Atomic Energy Commission, Paris, France.

വങ്ങളും, മലിനീകരണനിയന്ത്രണ മാർഗങ്ങളും ഈ അധ്യായത്തിൽ വിവരിക്കുന്നു.

പാരിസ്ഥിതികമായ വികിരണത്തെ രണ്ടുതരമാക്കി തിരിക്കാം:

1. പ്രാകൃതികമായി ഉണ്ടാക്കുന്ന വികിരണം. 2. മനുഷ്യനിർമ്മിതമായ വികിരണം.

പ്രാകൃതികമായ വികിരണങ്ങൾ: (i) ബാഹ്യാകാശത്തുനിന്ന് ഭൂമിയിലേക്ക് പതിക്കുന്ന കോസ്മിക് വികിരണങ്ങൾ (ii) ഭൂമിയുടെ പുറംതോടിലുള്ള പ്രാകൃതികമായ റേഡിയോ ഐസോടോപ്പുകളിൽ നിന്നുള്ള ഭൗമികവികിരണം

അന്തരീക്ഷത്തിൽ കോസ്മിക് രശ്മികൾ ഏൽപിക്കുന്ന പ്രഹരം കൊണ്ട് അനുസ്യൂതമായി, ഹ്രസ്വമായ അർധായുസ്സുള്ള, ഏതാനും റേഡിയോ ആക്ടീവ് പദാർഥങ്ങൾ നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഇതിൽ പ്രധാനപ്പെട്ട ന്യൂക്ലൈഡുകൾ കാർബൺ-14, ഹൈഡ്രജൻ-3 (ട്രിഷിയം) എന്നിവയാകുന്നു. കോസ്മിക് രശ്മികളിലുള്ള ന്യൂട്രോണുകൾ അന്തരീക്ഷത്തിലുള്ള നൈട്രജനിൽ സൃഷ്ടിക്കുന്ന പ്രഭാവം കൊണ്ടാണ് കാർബൺ-14 ഉണ്ടാകുന്നത്; ഹൈഡ്രജൻ-3, കോസ്മിക് രശ്മികണങ്ങളുടെ ആഘാതം കൊണ്ട് അണുക്കൾ വിഘടിക്കുന്നതുകൊണ്ടും രൂപം കൊള്ളുന്നു. ഇവ രണ്ടും ഓക്സീകരണത്തിനു വിധേയമായി കാർബൺഡയോക്സൈഡും ജലവും ആയി മാറുന്നു; തുടർന്ന് ജൈവമണ്ഡലത്തിലും ജലമണ്ഡലത്തിലും പ്രവേശിക്കുന്നു.

പ്രാകൃതികവികിരണങ്ങളുടെ മുഖ്യ സ്രോതസ്സ് യുറേനിയത്തിന്റെയും തോറിയത്തിന്റെയും അയിരുകളാണ്. ഇവയിൽ ഒട്ടധികം വൈവിധ്യമുള്ള റേഡിയോ ആക്ടീവ് ന്യൂക്ലൈഡുകൾ അടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. രാസീയസ്വഭാവത്തിലും, അർധായുസ്സിലും, വികിരണങ്ങളുടെ രൂപത്തിലും ഊർജത്തിലും അവ വ്യത്യസ്തമാണ്. എങ്കിലും അവ മൂന്ന് പരമ്പരകളായി വർത്തിക്കുന്നു. ഓരോന്നും ദീർഘമായ അർധായുസ്സുള്ള മൂലകങ്ങളിൽ നിന്നുത്ഭവിക്കുന്നു. ഇവ (1) യുറേനിയം – റേഡിയം പരമ്പര (2) തോറിയം പരമ്പര (3) യുറേനിയം-ആക്ടീനിയം പരമ്പര എന്ന പേരുകളിലറിയപ്പെടുന്നു.

ഇവയെക്കൂടാതെ പ്രകൃതിയിൽ കണ്ടുവരുന്ന റേഡിയോ ന്യൂക്ളൈഡുകളാണ് പൊട്ടാസ്യം-40, റുബീഡിയം-87 എന്നിവ. പ്രാകൃതികമായ പൊട്ടാസ്യത്തിന്റെ 0.012 ശതമാനം പൊട്ടാസ്യം-40ഉം, റുബീഡിയത്തിന്റെ ഏകദേശം 28 ശതമാനം റുബീഡിയം-87ഉം ആകുന്നു. മണ്ണിന്റെ സ്വാഭാവികമായ റേഡിയോപ്രസരത്തിന്റെ 20-76 ശതമാനം പൊട്ടാസ്യം 40-കൊണ്ടാണ് ഉണ്ടാകുന്നത്. പൊട്ടാസ്യം അടങ്ങിയിട്ടുള്ള വ്യൂഹങ്ങളിലെല്ലാം ഇതിന്റെ പ്രഭാവം കാണാം. ഓരോ മില്ലിഗ്രാം പൊട്ടാസ്യത്തിലും

മിനിട്ടിൽ രണ്ട് വീതം റേഡിയോപ്രസരണഹേതുക്കളായ അണുവിഘട നങ്ങൾ നടക്കുന്നുണ്ടെന്ന് നിർണയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. അതിനാൽ, പരിസ്ഥി തിയിലെ ഒരു മുഖ്യഘടകമായ വെള്ളത്തിൽ അതിലുള്ള പൊട്ടാസ്യ ത്തിന്റെ അളവിന് ആനുപാതികമായി റേഡിയോ പ്രസരമു ണ്ടാകും-ജൈവികപദാർഥങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള സംഭാവനയ്ക്കു പുറമെ. റൂബീഡിയം-87 ഭൂമിയുടെ പുറം തോടിൽ അത്രയധികം ഇല്ലാത്തതിനാൽ, അത് താരതമ്യേന അപ്രധാനമായി കരുതപ്പെടുന്നു.

മണ്ണിൽകൂടിയും പാറകൾക്കിടയിൽകൂടിയും ഒഴുകുമ്പോൾ വെള്ളം മേല്പറഞ്ഞ റേഡിയോപ്രസരമൂലകങ്ങൾ കൊണ്ട് മലിനീകൃതമാകാൻ ഏറെ സാധ്യതയുണ്ട്. റാഡോണിന്റെ (Radon) ഏറ്റവും ബാഹുല്യമുള്ള ഐസോട്ടോപ്പ് ആണ് റാഡോൺ-222. ഈ നിഷ്ക്രിയ വാതകം മണ്ണിൽ കൂടി വിസരിച്ച്, സ്വതേ റേഡിയോ പ്രസരമൂലകങ്ങളില്ലാത്ത വെള്ള ത്തിൽപോലും, എത്തിച്ചേരുന്നതായി നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. റാഡോൺ-222-നോടുകൂടി അതിന്റെ തൊട്ടടുത്ത സന്തതികളായ റേഡിയം-എ (Radium A) മുതൽ റേഡിയം സി (Radium C) വരെയുള്ള മൂലകങ്ങൾ സാധാരണമായി റേഡിയോപ്രസരമുള്ള അരുവിവെള്ളങ്ങളിൽ കാണപ്പെടുന്നു.

റേഡിയോപ്രസരമുള്ള വസ്തുക്കളോട് ബന്ധപ്പെട്ടുള്ള മനുഷ്യപ്ര വർത്തനങ്ങളിൽ നിന്നാണ് മനുഷ്യനിർമ്മിത വികിരണങ്ങൾ ഉത്ഭവിക്കു ന്നത്. റേഡിയോ ന്യൂക്ലൈഡുകൾക്ക് നിരവധി അനുപ്രയോഗങ്ങളുണ്ട്. ആണവ ഇന്ധനങ്ങൾ, ആണവായുധങ്ങൾ, വിദ്യുച്ഛക്തി എന്നിവ ഉല്പാ ദിപ്പിക്കുവാൻ അവ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു. പല രംഗങ്ങളിലും അനുജ്ഞാ പകമായും (tracers) അവയെ ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്. റേഡിയോ ആക്ടീവ് മലിനീകരണം സംഭവിക്കുന്നതിന്റെ വിവിധരീതികൾ താഴെ വിവരിക്കുന്നു.

അയിർ സംസാധനം (Ore processing)

ആണവപ്രക്രിയകളിൽ മൗലികമായി ഉപയോഗിക്കുന്ന പ്രാകൃതികവ സ്തുക്കൾ യുറേനിയവും തോറിയവുമാണ്. കൃത്രിമമായ ആണവവിഘ ടനത്തിന് യുറേനിയം-238 ഉം തോറിയം-232 ഉം ഉപയോഗിക്കുന്നു. സ്വാഭാ വികമായി വിഘടനം സംഭവിക്കുന്ന മൂലകമാണ് യുറേനിയം-235. ആണ വസാങ്കേതികവിദ്യയനുസരിച്ച് ആദ്യത്തെ നടപടി ഈ ഖനിജങ്ങളെ കുഴി ച്ചെടുക്കുകയും സംസ്കരിക്കുകയുമാണ്. ഖനനത്തിനും ക്ഷാളനത്തിനും ഉപയോഗിക്കുന്ന വെള്ളത്തിൽ അയിരുകളുടെ ചെറിയൊരംശം കലർന്നി രിക്കും. ലോഹസംസ്കരണശാലകളിൽ നിന്ന് (ഇൻഗോട്ടുകൾ ഉല്പാദി പ്പിക്കുന്ന സ്ഥലങ്ങളിൽനിന്ന്) പുറത്തുവിടുന്ന ഖരാവശിഷ്ടങ്ങളിലും അവ

പങ്കത്തിലും യുറേനിയത്തിന്റെയും തോറിയത്തിന്റെയും സന്തതികളായ മൂലകങ്ങൾ അടങ്ങിയിരിക്കും. ഇവയിൽവച്ച് താരതമ്യേന ദീർഘമായ അർധായുസ്സുള്ളവയാണ്, യുറേനിയം–റേഡിയം പരമ്പരയിൽപ്പെട്ട തോറിയം–230, റേഡിയം–226, ഈയം–210 (റേഡിയം ഡി) എന്നിവയും, തോറിയം പരമ്പരയിലെ റേഡിയം–228, തോറിയം–228 എന്നിവയും.

യുറേനിയത്തിന്റെയും തോറിയത്തിന്റെയും, ആവശ്യത്തിനുള്ള ഐസോട്ടോപ്പുകളെ, മറ്റുള്ള റേഡിയോപ്രസരവസ്തുക്കളിൽനിന്ന് വാതകീയവിസരണംകൊണ്ടോ മറ്റേതെങ്കിലും പ്രക്രിയകൊണ്ടോ വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നു. ആവശ്യമില്ലാത്ത റേഡിയോപ്രസരമൂലകങ്ങളെ, സംസ്കരണരീതിയനുസരിച്ച് പല തരത്തിലുള്ള രാസസംയുക്തരൂപങ്ങളിലാണ് നീക്കം ചെയ്യുന്നത്. ഇവയിൽ ദീർഘമായ അർധായുസ്സുള്ള മൂലകങ്ങൾ ഏറെക്കാലം നശിക്കാതെ നിലനിൽക്കും. വിലേയവസ്തുക്കൾ ലായനികളായി വ്യാപിച്ച് ക്രമേണജലാശയങ്ങളിലെത്തുകയും ചെയ്യും. റേഡിയോപ്രസരമുള്ള മൂലകങ്ങളിൽ വച്ച് ജലപരിസ്ഥിതിക്ക് ഏറ്റവും ദോഷകരമായിട്ടുള്ളത് റേഡിയം–226 ആകുന്നു. അതിനാണ് ഏറ്റവും കൂടിയ അർധായുസ്സുള്ളത്. മാത്രമല്ല, ജൈവരാസീയഗുണങ്ങൾ, ശക്തമായ വികിരണങ്ങൾ, സന്തതിമൂലകങ്ങളുടെ റേഡിയോപ്രസരം എന്നിവയും അതിനെ ആപൽക്കരമാക്കുന്നു. യുറേനിയമോ തോറിയമോ കുഴിച്ചെടുക്കുകയും കഴുകുകയും സാസ്കരിക്കുകയും വേർതിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്ന പ്രക്രിയകളിൽ നിന്ന് റാഡോൺ, തോറോൺ മുതലായ, റേഡിയോ പ്രസരമുള്ള, വാതകങ്ങൾ ഉത്ഭവിക്കുന്നു. ഇവ അന്തരീക്ഷത്തിലെ ധൂളികളിൽ പറ്റിപ്പിടിച്ച് അന്തരീക്ഷവായുവിന് റേഡിയോ ആക്ടീവ് മലിനീകരണം സൃഷ്ടിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

റിയാക്ടറുകളുടെ പ്രവർത്തനവും ആണവേന്ധനങ്ങളും

സംസ്കരിച്ച ആണവേന്ധനം റിയാക്ടറിൽ വക്കുകയും റിയാക്ടർ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതോടെ, റിയാക്ടറും മലിനീകരണത്തിന് കാരണമാകുന്നു. ഇതിന്റെ പ്രവർത്തനം മൂന്നു ഭാഗങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്നു: (1) അണുവിഘടനം. (2) സക്രിയീകരണം. (3) താപീയപരിവർത്തനം. അണുവിഘടനമെന്ന പ്രക്രിയയിൽ പ്രാഥമികേന്ധനം ഭാഗികമായി സെക്കൻഡറി ഇന്ധനമായി മാറുന്നു; വിഘടനോല്പന്നങ്ങൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഭാരമേറിയ ലോഹങ്ങളുടെ വിഘടനോല്പന്നങ്ങളിൽ അണുസംഖ്യ 30 (സിങ്ക്) മുതൽ അണുസംഖ്യ 64 (ഗഡോലീനിയം) വരെയുള്ള എല്ലാ മൂലകങ്ങളും ഉണ്ടായിരിക്കും. പക്ഷേ ഈ മൂലകങ്ങൾക്ക് പ്രകൃത്യാ ഉള്ളതിലധികം ന്യൂട്രോണുകൾ ഉള്ളതിനാൽ, അവ സംജാത

മായ ഉടനെതന്നെ ബീറ്റാരശ്മികളും ഗാമാരശ്മികളും ഉത്സർജിച്ച് കൂടുതൽ സ്ഥായിത്വമുള്ള മൂലകങ്ങളായി പരിവർത്തനപ്പെടുന്നു. സ്ഥിരപദാർഥങ്ങളെ റിയാക്ടറിന്റെ ചാനലുകളിൽ പ്രവേശിപ്പിച്ച് ന്യൂട്രോൺ ഫ്ളക്സ് (flux) കൊണ്ട് സക്രിയമാക്കുന്ന പ്രക്രിയയാണ് സക്രിയീകരണം. വിഘടനം കൊണ്ടും സക്രിയീകരണം കൊണ്ടും സംജാതമാകുന്ന താപം വൈദ്യുതിയാക്കി മാറ്റുന്ന പ്രക്രിയയാണ് താപീയപരിവർത്തനം. ഇതിൽ ശീതകവ്യൂഹവും താപവിനിമയ സംവിധാനവും പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നു. ഈ പ്രക്രിയകളിൽ രണ്ടുതരം അവശിഷ്ടങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നു: (1) മൗലികേന്ധനത്തിലും ദ്വിതീയ ഇന്ധനത്തിലും അവശേഷിച്ചിരിക്കുന്ന വിഘടനോല്പന്നങ്ങൾ (2) ശീതകവ്യൂഹത്തിനകത്തുണ്ടാകുന്ന, ബാഹ്യമായ, സക്രിയീകരണോല്പന്നങ്ങൾ. ഇപ്രകാരം ഇന്ധന വസ്തുക്കളും ശീതകങ്ങളും റേഡിയോ ആക്ടീവ് മലിനീകരണത്തിന്റെ സ്രോതസ്സുകളായിത്തീരുന്നു. വിഘടനം ക്സിനോൺ, (Xenon) ക്രിപ്ടോൺ (Krypton) എന്നീ റേഡിയോ പ്രസരമുള്ള വാതകങ്ങളെ അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് ഉത്സർജിക്കുന്നുണ്ടെന്നും പറയപ്പെടുന്നു.

റേഡിയോ ആക്ടീവ് അവശിഷ്ടങ്ങളുടെ സംസ്കരണം ഏറെ സങ്കീർണമായ പ്രശ്നമാണ്. മേൽപ്പറഞ്ഞ പ്രക്രിയകളിൽ നിന്ന് ഉത്ഭവിക്കുന്ന റേഡിയോ പ്രസരാവശിഷ്ടങ്ങളിൽ ഉപയോഗശൂന്യമായ വിഘടനോല്പന്നങ്ങളും സക്രിയീകരണോല്പന്നങ്ങളുമാണുള്ളത്. ഈ അവശിഷ്ടങ്ങൾ വൻതോതിലുള്ളതു കൊണ്ടും ശക്തമായ വികിരണത്തിന്റെ സ്രോതസ്സുകളായതിനാലും അത്യന്തം ഭീഷണമായ പൊതുജനാരോഗ്യ പ്രശ്നങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ഇന്ധനാവശിഷ്ടങ്ങളെ വിലയിപ്പിക്കുമ്പോൾ എല്ലാ വിഘടനോല്പന്നങ്ങളും ഭാരമേറിയ മൂലകങ്ങളും ബന്ധിതാവസ്ഥയിൽ നിന്ന് വിമുക്തമായി ദ്രാവകത്തിൽ വ്യാപിക്കുന്നു. ബാഷ്പശീല പദാർഥങ്ങളാകട്ടെ (നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളും ഹാലജനുകളും) ബാഷ്പമായി പോകുന്നു. ഇവയെ അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് വിടുന്നതോടെ പരിസ്ഥിതി മലിനീകരണത്തിന്റെ സ്രോതസ്സുകളാകാനുള്ള സാധ്യതയാണുണ്ടാകുന്നത്, അവ താഴ്ന്നു വന്ന് ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ എത്തിച്ചേരുവാനും അവിടെ നിന്ന് മഴവെള്ളത്തിലൂടെ ഒലിച്ച് ജലാശയങ്ങളിൽ പ്രവേശിക്കാനുമിടയുണ്ട്.

ആണവായുധപരീക്ഷണങ്ങൾ

ആണവസ്ഫോടനങ്ങൾ ലോകത്തിന് വലിയ ഭീഷണി സൃഷ്ടിക്കുന്നു. പ്രാകൃതികമായ പശ്ചാത്തല വികിരണത്തിന് സാരമായ വർധനവുണ്ടാക്കുന്നതിനാൽ ആണവവിഘടനം ആസ്പദമാക്കിയിട്ടുള്ള പരീക്ഷണങ്ങളിൽ യുറേനിയം–235, പ്ലൂട്ടോണിയം–239 എന്നിവ വിഘടനവസ്തുക്കളായും, ഫ്യൂഷൻ ഉൾപ്പെടുന്ന പരീക്ഷണങ്ങളിൽ ഹൈഡ്രജനോ ലിത്തി

യമോ ഫ്യൂഷനുള്ള ഘ്രാർഥമായും ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു. വിസ്ഫോടനമെന്നത്, നിയന്ത്രിക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ലാത്ത ഒരു ശൃംഖലാഭിക്രിയയാണ്. ഇതിന്റെ ഫലമായി വൻതോതിൽ ന്യൂട്രോൺ പ്രവാഹമുണ്ടാവുകയും അത് ചുറ്റുമുള്ള വസ്തുക്കളെ റേഡിയോപ്രസരക്ഷമമാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത്തരത്തിലുള്ള സ്ഫോടനങ്ങളിൽ നിന്ന് മുഖ്യമായും സംജാതമാകുന്നത് സ്ട്രോൺഷ്യം-90 (Strontium-90), സീസിയം-137 (Caesium-137), അയഡിൻ-131 (Iodine-131) മുതലായ വിഘടനോല്പന്നങ്ങളും, ഉപയോഗിക്കപ്പെടാതെ ബാക്കിവരുന്ന സ്ഫോടകവസ്തുക്കളും സക്രിയീകരണോല്പന്നങ്ങളുമാണ്. വെള്ളത്തിലോ മണ്ണിലോ ഉള്ള മൂലകങ്ങൾക്കു ന്യൂട്രോണുകളുടെ ആഘാതം ഏൽക്കുന്നതുകൊണ്ടാണ് സക്രിയീകരണത്തിന്റെ ഉല്പന്നങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നത്. വിസ്ഫോടനത്തിന്റെ ഭീമമായ മുക്തി കൊണ്ടും അത്യധികം ഉയർന്ന താപനില തത്സമയം സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നതുകൊണ്ടും, റേഡിയോപ്രസരമുള്ള ഉല്പന്നങ്ങൾ വാതകാവസ്ഥയിലേക്ക് പരിവർത്തനം ചെയ്യപ്പെടുകയും നേർത്ത കണങ്ങളായി ഉയരത്തിൽ അന്തരീക്ഷത്തിലേക്കു വിക്ഷിപ്തമാവുകയും ചെയ്യുന്നു. അന്തരീക്ഷമലിനീകരണത്തിന് ഇത് കാരണമാകുന്നു. ആദ്യമുണ്ടായ മലിനീകരണത്തിന് പുറമെ, അന്തരീക്ഷത്തിൽ നിന്ന് റേഡിയോപ്രസരധൂളി പതിക്കുന്നതു കൊണ്ട് രണ്ടാമതൊരു മലിനീകരണം കൂടി മണ്ണിനേൽക്കാനുമിടവരുന്നു. ഇത്തരം കണങ്ങൾ മണ്ണിൽ മഴകൊണ്ടോ മറ്റുവിധത്തിലോ പരക്കുന്നതിനാൽ, ആണവപരീക്ഷണം നടത്തിയ പ്രദേശത്തുമാത്രമല്ല, അവിടെനിന്ന് വിദൂരമായ പ്രദേശങ്ങളിൽ കൂടി റേഡിയോപ്രസരമുള്ള മാലിന്യകാരകങ്ങളെ കാണാം.

റേഡിയോ ന്യൂക്ലൈഡുകൾ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള മഴകൊണ്ട് മണ്ണിലുള്ള പദാർഥകണങ്ങൾക്ക്, അധിശോഷണം മൂലം റേഡിയോ പ്രസരണശേഷി കൈവരുന്നു. തുടർന്ന് അവ സസ്യങ്ങളിലേക്കും ഭക്ഷ്യ ശൃംഖലയിലൂടെ മനുഷ്യരിലേക്കും പ്രവേശിക്കുന്നു. ഇതിനുപുറമെ അണുവിഘടനോല്പന്നങ്ങൾ നദികളിലും മറ്റും വ്യാപിക്കുമ്പോൾ, ജലജീവികളും സസ്യങ്ങളും അവയെ ആഗിരണം ചെയ്ത് സഞ്ചയിക്കുന്നതിനാൽ, അത്തരം സസ്യജന്തുജാലങ്ങളെ ഭക്ഷിക്കുന്ന മനുഷ്യരിൽ ആപൽക്കരമായ തോതിൽ റേഡിയോ പ്രസരമൂലകങ്ങളുടെ സാന്ദ്രീകരണം വീണ്ടും സംഭവിക്കാനുമിടയുണ്ട്.

അണുവിഘടനോല്പന്നങ്ങൾ നിരവധിയാണ്. അവയിൽവച്ച് **സ്ട്രോൺഷ്യം-89, സ്ട്രോൺഷ്യം-90, യിട്രിയം-91(Yitrium-91), സിർക്കോണിയം-95, നിയോബിയം-95 (Niobium-95), റുതീനിയം-106 (Ruthenium-106), റുതീനിയം-103, സീസിയം-137, സീരിയം-144 (Cerium-144), സീരിയം-141, പ്രൊമീതിയം-147 (Promethium-147), സൊമേരിയം-151(Somarium-151)** എന്നി

വയാണ് ദീർഘായുഷ്കാലമുള്ള പ്രധാനപ്പെട്ട മൂലകങ്ങൾ. അല്പായുഷ്കാലമുള്ള, വിഘടനോല്പന്നങ്ങളിൽ പെടുന്നു-മോളിബ്ഡീനം-99 (Molybdenum-99), അയഡിൻ-131, അയഡിൻ-132, ടെലൂരിയം-132 (tellurium-132), അയഡിൻ-133, അയഡിൻ-135, ബേരിയം-140, പ്രസീയോഡൈമിയം-143 (Praseodymium-143), നിയോഡൈമിയം-147 (Neodymium-147) എന്നിവ.

വിഘടനജന്യമായ ഈ മൂലകങ്ങൾക്കെല്ലാം വ്യത്യസ്തസ്വഭാവമാണുള്ളത്. ചിലത് വെള്ളത്തിൽ അലിയാത്തവയാണ്. അവ മറ്റു ദ്രവ്യകണങ്ങളോടൊപ്പം അടിയിലേക്ക് താണ് ഊറൽചെളിയിലും അവപങ്കത്തിലും സ്ഥാനംപിടിക്കുന്നു. വെള്ളത്തിൽ അലിയുന്നവ, അതിൽ കൂടി പലേടത്തുമെത്തിച്ചേരുന്നു. മറ്റുചിലത് ജൈവീയചക്രത്തിൽ പ്രവേശിച്ച്, ജീവികളുടെ സാന്നിധ്യത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പലേടത്തായി വിതരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

സ്ഫോടനത്തിലൂടെ വിമുക്തമാവുന്ന ന്യൂട്രോണുകളുടെ ആഘാതം കൊണ്ടും പരിസ്ഥിതിയിൽ റേഡിയോപ്രസരമുള്ള പദാർഥങ്ങൾ രൂപീകൃതമാകാം. ഏതെല്ലാം പദാർഥങ്ങളാണിപ്രകാരമുണ്ടാകുന്നത്, അവ എത്രത്തോളമുണ്ട് എന്നീകാര്യങ്ങൾ സ്ഫോടനത്തിന്റെ സാഹചര്യങ്ങളെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. അന്തരീക്ഷത്തിൽ വളരെ ഉയരത്തിലാണ് സ്ഫോടനം നടക്കുന്നതെങ്കിൽ ബോംബിനുള്ളിലുള്ള പദാർഥങ്ങളും വായുവും മാത്രമേ വികിരണപ്രഭാവത്തിന് വിധേയമാവുന്നുള്ളു എന്ന് റിപ്പോർട്ടു ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. എന്നാൽ ഭൂതലത്തിനടുത്താണ് സ്ഫോടനമെങ്കിൽ, മണ്ണിലുള്ള എല്ലാതരം മൂലകങ്ങളും പ്രേരിതമായ റേഡിയോപ്രസരശേഷിക്ക് വശംവദമാകുവാനാണ് സാധ്യത. ഭൂമിക്കടിയിൽ അധികം ആഴത്തിലല്ലാത്ത സ്ഥലത്തുണ്ടാകുന്ന സ്ഫോടനം മൂലം വെള്ളത്തിലുള്ള സോഡിയം മുതലായ പദാർഥങ്ങൾ റേഡിയോ ആക്ടീവ് ആയിത്തീരാനിടയാകുന്നു. ഇപ്രകാരം പ്രേരിതമായ റേഡിയോ പ്രസരമുള്ള പ്രധാനപ്പെട്ട ചില മൂലകങ്ങളാണ് കാർബൺ-14, മാംഗനീസ്- 54, ഇരുമ്പ്-55, കൊബാൾട്ട്-57, കൊബാൾട്ട്-58, ഇരുമ്പ്-59, കൊബാൾട്ട്-60, സിങ്ക്-65 എന്നിവ. പ്രേരിതമായ റേഡിയോ ന്യൂക്ലൈഡുകളിൽ പലതും ജൈവികവ്യൂഹങ്ങളിൽ സഞ്ചയിതമാകുന്നുണ്ടെന്ന് ഈയിടെ വന്ന ഒരു റിപ്പോർട്ടിൽ കാണുന്നു. മത്സ്യങ്ങളിൽ അവ കാണപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട് എന്നതാണ് ഈ നിഗമനത്തിനുള്ള തെളിവ്.

റേഡിയോ അനുജ്ഞാപകങ്ങൾ (Radio tracers)

വൈദ്യശാസ്ത്രം, വ്യവസായം, കൃഷി, ജൈവശാസ്ത്രം മുതലായ പല രംഗങ്ങളിലും രാസീയവും ജൈവരാസീയവുമായ അഭിക്രിയകളുടെ ഗതി

മനസ്സിലാക്കുവാൻ റേഡിയോ അനുജ്ഞാപകങ്ങൾ വിപുലമായി ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു. ഇവയിൽ വെച്ച് ഏറ്റവും പ്രമുഖമാണ് C^{14}, I^{125} എന്നിവ. അവസാദവാപികളിലെ 'പ്രവാഹസമയവും' (flow through time) നദികളിലെ 'വ്യാപനദൂര'വും (reaches) നിർണയിക്കുന്നതിന് ഇവ സഹായമാകുന്നു. അതുപോലെതന്നെ ഭൂഗർഭജലപ്രവാഹത്തിന്റെ ദിശയും തോതും നിർണയിക്കുന്നതിനും.

പക്ഷേ, ഈ അനുജ്ഞാപകങ്ങൾ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള അവശിഷ്ടജലം സീവറുകളിലേക്കോ നദികളിലേക്കോ ഒഴുക്കി വിടുമ്പോൾ റേഡിയോ അയഡിൻ, റേഡിയോഫോസ്ഫറസ് മുതലായ ഐസോട്ടോപ്പുകൾ ജൈവപങ്കങ്ങളിലും അവപങ്കങ്ങളിലും സഞ്ചയിതമാകുമെന്ന് റിപ്പോർട്ടു ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. പ്രത്യേകിച്ചും നദികളിലെ സൂക്ഷ്മജീവികളിൽ ഇവ നിക്ഷിപ്തമാകാനിടയുള്ളതിനാൽ ഈ ജീവികളെ തിന്നുന്ന മത്സ്യങ്ങളിലും മറ്റു ജലജന്തുക്കളിലും റേഡിയോ പ്രസരവസ്തുക്കൾ കടന്ന് കൂടാവുന്നതാണ്. തന്മൂലം, മത്സ്യവും മറ്റും ആഹാരത്തിൽ പെടുത്തുന്ന മനുഷ്യരിലും അവ എത്തിച്ചേരുന്നു. ഈ വിധത്തിൽ അനുജ്ഞാപകങ്ങളുടെ പ്രയോഗത്തിൽ ഒരു അപകടം ഒളിഞ്ഞിരിപ്പുണ്ട്. റേഡിയോ പ്രസരവസ്തുക്കളടങ്ങുന്ന നദീജലം സംഭരിച്ച് വിതരണം ചെയ്യപ്പെടുമ്പോൾ ആ വെള്ളമുപയോഗിക്കുന്നത് പല പ്രശ്നങ്ങൾക്കും കാരണമാകുന്നു.

റേഡിയോ ആക്ടീവ് മലിനീകരണത്തിന്റെ ദോഷഫലങ്ങൾ

റേഡിയോ ആക്ടീവ് മലിനീകരണം മനുഷ്യരിലും പരിസ്ഥിതിയിലും സൃഷ്ടിക്കുന്ന പ്രഭാവങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കുവാൻ ആദ്യമായി, റേഡിയോ പ്രസരമുള്ള സംദൂഷകങ്ങൾ അന്തരീക്ഷത്തിലെത്തിച്ചേർന്നശേഷം അവയ്ക്ക് എന്തുതരം മാറ്റങ്ങളാണുണ്ടാവുന്നതെന്ന് പഠിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. മുഖ്യമായും സംദൂഷകങ്ങളുടെ തനതായ സ്വഭാവവും പരിസ്ഥിതിയുടെ മട്ടും അനുസരിച്ചാണ് മാലിന്യകാരകങ്ങളുടെ പ്രാഭവം പ്രകടമാകുന്നത്. എല്ലാതരം റേഡിയോന്യൂക്ലൈഡുകളുടെയും മുഖ്യസവിശേഷത അവയ്ക്കുണ്ടാകുന്ന ക്ഷയവും അതിനെ തുടർന്നുള്ള വികിരണോത്സർജനവുമാണ്. ഓരോ റേഡിയോ ന്യൂക്ലൈഡിനും 'അർധായുസ്സ്' എന്നറിയപ്പെടുന്ന പ്രത്യേകമായ ഒരു ക്ഷയസ്ഥിരാങ്കമുണ്ട്. അക്കങ്ങളുടെ പകുതിയെണ്ണം ക്ഷയിക്കുന്നതിന് വേണ്ടിവരുന്നസമയത്തിനാണ് 'അർധായുസ്സ്' എന്നു പറയുന്നത്. ഇത് ഏതാനും സെക്കന്റുകൾ മുതൽ അനേകം കൊല്ലങ്ങൾ വരെ ഏത് കാലവുമാകാം. ചെറിയ അർധായുസ്സുള്ള മൂലകങ്ങൾ അതിവേഗം അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നു. വലിയ അർധായുസ്സുള്ളവ അനേകം കൊല്ലങ്ങളോളം വികിരണങ്ങൾ ഉത്സർജിച്ച് നിലനിൽക്കുകയും ചെയ്യും. വികിരണങ്ങൾ മൂന്നുതരമാണ്.

1. ധനാത്മകമായ വൈദ്യുതാധാനമുള്ള കണങ്ങൾ – ഇവയ്ക്ക് ആൽഫാ രശ്മികൾ എന്നുപേർ.
2. ഋണാത്മകമായ വൈദ്യുതാധാനമുള്ള കണങ്ങളടങ്ങുന്ന ബീററാ രശ്മികൾ
3. എക്സ്-റേക്ക് സമാനമായ ഗാമാരശ്മികൾ. ഇവയ്ക്ക് വൈദ്യുതാധാനമില്ല.

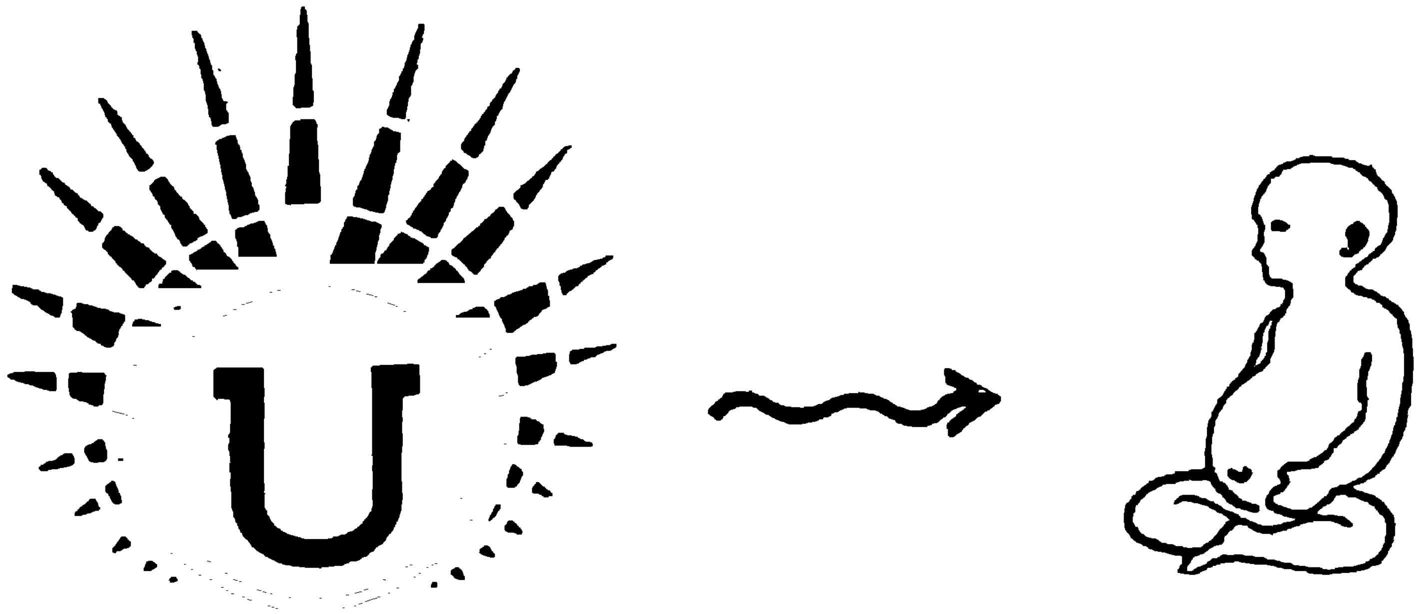
ആൽഫാകണങ്ങൾക്ക് വേധകശക്തി കുറവാണ്. എക്സ്-റേക്കുള്ളതിലധികം വേധകശക്തി ബീററാരശ്മികൾക്കുണ്ട്. ഗാമാരശ്മികൾക്കാണ് ഏററവുമധികം വേധകശക്തി. ഈ വികിരണങ്ങളുടെ ഊർജം ഒരല്പമൂല്യത്തിൽ തുടങ്ങി അനേകദശലക്ഷം ഇലക്ട്രോൺ-വോൾട്ട് (electron volt) വരെയാണ്. അതിനാൽ ഒരു റേഡിയോആക്ടീവ് സംദൂഷകം ജീവികളിൽ ചെലുത്തുന്ന പ്രഭാവം മുഖ്യമായും വികിരണത്തിന്റെ തരത്തെയും അതിന്റെ വേധകശക്തിയെയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു.

സംദൂഷകങ്ങൾക്ക് വന്നു ചേരുന്ന പരിണതി നിർണയിക്കുന്നതിൽ പരിസ്ഥിതിയുടെ അവസ്ഥകൾക്കും പങ്കുണ്ട്. സംദൂഷകത്തിന്റെ വിസരണത്തോത്, അവസാദ നിക്ഷേപങ്ങളുടെ തോത്, സംദൂഷകം വ്യാപിക്കുന്ന സ്ഥലത്തിന്റെ വിസ്താരം, ഒരു പ്രത്യേക സ്ഥലത്ത് അതിനുണ്ടാകുന്ന സാന്ദ്രീകരണം എന്നിവയെല്ലാം കാററ്, താപനില, കാലാവസ്ഥ മുതലായ അന്തരീക്ഷസവിശേഷതകളാൽ നിയന്ത്രിക്കപ്പെടുന്നു. ഇതിന് പുറമെ ഇക്കോവ്യൂഹത്തിന്റെ മട്ടുകളും റേഡിയോ പ്രസരമുള്ള സംദൂഷകത്തിന്റെ മട്ടുകളും റേഡിയോ പ്രസരമുള്ള സംദൂഷകത്തിന്റെ വിധിയെ നിർണയിക്കുന്നു. പരിസ്ഥിതിയിൽ റേഡിയോ ആക്ടീവ് മലിനീകരണം സംഭവിച്ചു കഴിഞ്ഞാൽ ക്രമേണ സംദൂഷകങ്ങൾ ജൈവമണ്ഡലത്തിലേക്ക് നീങ്ങുന്നു. മനുഷ്യരുൾപ്പെടെയുള്ള ജീവികൾ ആഹാരംവഴിക്കോ ശ്വസിക്കുന്ന വായുവിൽകൂടിയോ സംദൂഷണത്തിന് വിധേയമാവുന്നു. ശ്വസിക്കപ്പെടുന്ന സംദൂഷകങ്ങൾ നേരിട്ടുതന്നെ ശരീരത്തിലെത്തുകയാണ്; ഭക്ഷ്യശൃംഖലയിൽപെട്ടവ വളഞ്ഞവഴിക്കും. റേഡിയോ പ്രസരമുള്ള മാലിന്യകാരകങ്ങൾ മണ്ണിലും വെള്ളത്തിലും നിക്ഷിപ്തമായിരിക്കും, മലിനീകരണമുണ്ടായാൽ. വെള്ളം സസ്യങ്ങളിലേക്ക് റേഡിയോആക്ടിവിററി കടത്തിവിടുന്ന ഒരു മാധ്യമമായിത്തീരുന്നു. ഇതിനുപുറമെ മണ്ണും വെള്ളവും നൽകുന്ന പലവിധത്തിലുള്ള സംപോഷണംകൊണ്ട് ജന്തുസസ്യജാലങ്ങളിലും റേഡിയോപ്രസരമാലിന്യങ്ങൾ പ്രവേശിക്കുന്നു. സംപോഷകങ്ങളിലൂടെ ജീവികളിലെത്തിച്ചേരുന്ന സംദൂഷകങ്ങളുടെ അനന്തരവിധി ജൈവികചക്രത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. ജൈവികചക്രം ഓരോ ജീവജാതിക്കും ഓരോതരത്തിലാണ്. ഇതിന് പുറമെ സംദൂഷകത്തിന്റെ ഗതി സസ്യജാതികളും ജന്തുജാതികളും തമ്മിലുള്ള വിനിമയപരമ്പരയുടെ മട്ട

നുസരിച്ച് മാറുകയും ചെയ്യും. ഈ വിനിമയഘട്ടങ്ങളിൽ സംദൂഷകങ്ങൾക്ക് ദ്വിതീയസാന്ദ്രീകരണം സംഭവിക്കാറുണ്ട്.

റേഡിയോ ആക്ടീവ് മലിനീകരണത്തിന്റെ ഇരയായി ഒടുവിൽപെടുന്നത് മനുഷ്യനാണെന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു. എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ എല്ലാ അഭിക്രിയകളുടെയും അന്യോന്യപ്രവർത്തനങ്ങളുടെയും അന്തിമസ്ഥാനം മനുഷ്യനാകുന്നു. മനുഷ്യർക്ക് സംദൂഷണം നേരിട്ടുണ്ടാകുന്നത് വായുവിലുള്ള റേഡിയോപ്രസരകണങ്ങളുടെയും വാതകങ്ങളുടെയും വികിരണങ്ങൾ പതിക്കുന്നത് കൊണ്ടും, ശ്വാസനാളത്തിൽ സംദൂഷകങ്ങൾ ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നതുകൊണ്ടുമാണ്. നേരിട്ടല്ലാതെ, ഭക്ഷ്യശൃംഖലയിലൂടെയും അത് സംഭവിക്കുന്നു. സിങ്ക്-65 എന്ന മൂലകം സാരമായി കക്കകളിലും, ഇരുമ്പ്-55 ചിലതരം മത്സ്യങ്ങളിലും , സ്ട്രോൺഷ്യം-90 മററുചില സമുദ്രജീവികളിലും സാന്ദ്രീകരിക്കപ്പെടുന്നുണ്ടെന്ന് റിപ്പോർട്ടു ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. അതിനാൽ ഈ ജീവികളെ ഭക്ഷിക്കുന്ന മനുഷ്യരിൽ റേഡിയോപ്രസരമുള്ള ഐസോടോപ്പുകൾ ആപത്ക്കരമായ തോതിൽ സഞ്ചയിതമാകാനിടയുണ്ട്. ഇതിന് പുറമെ, കുടിവെള്ളത്തിനുപയോഗിക്കുന്ന ജലസ്രോതസ്സുകളിൽ പലപ്പോഴും Rn^{222}, Ra^{226}, Th^{232} എന്നിവയും കാണപ്പെടുന്നു. പക്ഷേ, ശരിയായ സംസ്കരണപ്രക്രിയയിലൂടെ ഈ റേഡിയോന്യൂക്ലൈഡുകളെ നിർമ്മാർജനം ചെയ്യാൻ സാധിക്കുന്നതാണ്.

റേഡിയോ ആക്ടീവ് മലിനീകരണത്തിന്റെ ദോഷഫലങ്ങൾ ഒട്ടേറെയുണ്ട്. ഇവയെപ്പററി ലോകമെമ്പാടും വിപുലമായ പഠനങ്ങൾ നടന്നിട്ടുണ്ട്. റിപ്പോർട്ടുകൾ പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയിട്ടുമുണ്ട്. ശരീരത്തിന്റെ ചയാപചയപ്രക്രിയകളിലും പ്രവർത്തനങ്ങളിലും സംഭവിക്കുന്ന വൈകല്യങ്ങളെ വിസ്തരിച്ച് ചർച്ചചെയ്യുന്നതിന് ഗ്രന്ഥപരിമിതിമൂലം നിർവാഹമില്ല. എങ്കിലും ചില വിവരങ്ങൾ ഇവിടെനൽകുന്നു: പലതരത്തിലുള്ള അർബുദരോഗങ്ങൾ, വികൃതജനനങ്ങൾ, ജനിതകപരിണാമങ്ങൾ എന്നിവയ്ക്ക് വികിരണങ്ങൾ കാരണമാകാറുണ്ട്. ഇത്തരം പ്രഭാവങ്ങൾ ജന്തുക്കൾക്കും സസ്യങ്ങൾക്കും കൂടി പൊതുവായിട്ടുള്ളതാണെങ്കിലും, പരിണാമഗതിയിലെ പ്രാകൃതികമായ നിർധാരണംകൊണ്ട് ഈ അപസാമാന്യതകൾ നിഷ്കാസിതമായിത്തീരുന്നു. അതായത്, ശേഷിയുള്ളത് ശേഷിക്കുമെന്ന അടിസ്ഥാനത്തിൽ. പക്ഷേ ഈ പ്രാകൃതികനിർധാരണം മനുഷ്യരിൽ സംഭവിക്കാത്തതുകൊണ്ട്, റേഡിയോ ആക്ടീവ് മലിനീകരണം മനുഷ്യർക്കിടയിൽ വലിയ ദുരിതത്തിന് ഹേതുവാകുന്നു. വികിരണപ്രഭാവങ്ങൾ പ്രത്യേകപരിധിയിൽ കവിഞ്ഞമാത്രയിൽ വികിരണമുണ്ടായാലേ സംഭവിക്കയുള്ളൂ എന്നില്ല. അതായത് വികിരണത്തെ സംബന്ധിച്ച് സുരക്ഷിതമാത്ര എന്നൊന്നില്ല. പ്രാകൃതികമായ പശ്ചാത്തല വികിരണത്തിൽ നിന്ന് അല്പം മാത്രം ഉയർന്ന തോതിലായാലും വികിരണങ്ങൾ ആപൽക്ക



ചിത്രം 11. വികിരണങ്ങൾ ജനിതകപരിണാമങ്ങൾക്കും ജനനവൈകല്യ ങ്ങൾക്കും കാരണമാകുന്നു.

രങ്ങളാകുന്നു എന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാർ അഭിപ്രായപ്പെടുന്നു. വികിരണത്തിന്റെ സ്ഥായിയായ ഉദ്ഭാസനം മനുഷ്യരിൽ ല്യൂക്കേമിയ എന്ന രോഗമുണ്ടാക്കുന്നു. ഗർഭസ്ഥശിശുക്കൾക്ക് പോലും ഇത് ഹാനികരമാണ്. വികിരണം ജീനുകൾക്ക് വൈകല്യം വരുത്തുന്നതിനാൽ ഭാവിതലമുറകളെ ബാധിക്കുന്നു. അതിനാൽ മനുഷ്യരാശിയുടെ പൊതുവായ സുസ്ഥിതിയുടെ പ്രശ്നമാണ്, മററ് മാലിന്യകാരകങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് റേഡിയോ ആക്ടീവ് മലിനീകരണം സൃഷ്ടിക്കുന്നത്. അതായത്, ഒരു വ്യക്തിയെ മാത്രമല്ല,പിന്നീട് വരുന്ന തലമുറകളെക്കൂടി അതു ബാധിക്കുന്നു. എന്ന് മാത്രമല്ല, ഹാനികരങ്ങളായ മററ് സംദൂഷകങ്ങൾ (DDT, PCB മുതലായവ) മുഖ്യമായും പരിസ്ഥിതിയിലാണ് ദോഷമുണ്ടാക്കുന്നത്. വികിരണമാകട്ടെ, മുഖ്യമായും മനുഷ്യനെയാണ് ബാധിക്കുന്നത്.

ആധുനിക ജീവിതരീതികളും ശീലങ്ങളും ഇങ്ങനെയുള്ള ആപത്തുകൾ വർധിപ്പിക്കുകയാണ് എന്നു തോന്നുന്നു. ചികിത്സാരംഗത്തുള്ള എക്സ്റേ ഉപകരണങ്ങൾ, എക്സ്റേ ഫ്ളൂറോസ്കോപ്പുകൾ (X-ray fluoroscope), കളർ ടിവി സെറ്റുകൾ, ക്ളോക്കുകളുടെയും വാച്ചുകളുടെയും പ്രകാശമാനമായ ഡയലുകൾ മുതലായവയിൽ നിന്നുള്ള വികിരണങ്ങളും കൂടി ഇതിന് ആക്കം കൂട്ടുന്നുണ്ട്.

റേഡിയോ ആക്ടീവ് മലിനീകരണത്തെക്കുറിച്ച് പറയുമ്പോൾ വികിരണത്തിന്റെ, അനുവദനീയമായ ഏററവും ഉയർന്ന മാത്ര എന്താണെന്നു കൂടി അറിയേണ്ടതാണ്. വികിരണസംബന്ധിയായ പ്രവൃത്തികളിൽ

ഏർപ്പെടുന്ന ഒരാൾക്ക് ഒരാഴ്ചയിൽ പരമാവധി അനുവദനീയമായിട്ടുള്ള മാത്ര 0.3 റെം (rem)* ആണെന്ന് International commission on radiological protection കണക്കാക്കിയിട്ടുണ്ട് പക്ഷേ ആയുഷ്കാലത്തിലാകെ ഇതു 200 റെം ആയതിനാൽ, തുടർച്ചയായ ഉദ്ഭാസനം ആഴ്ചയിൽ 0.1 റെമിലും, കൊല്ലത്തിൽ 5 റെമിലും അധികമാകാൻ പാടില്ല. ഏതായാലും 18 വയസ്സിനുമേൽ പ്രായമായവർക്ക് കൊല്ലത്തിലാകെ 5 റെമാണ് പരിധി; 13 ആഴ്ചയുള്ള ഏത് കാലഘട്ടമെടുത്താലും വികിരണമാത്ര 3 റെമിൽ കവിയാനും പാടില്ല. എന്നാൽ ഉദ്ഭാസനം ചർമ്മം, അസ്ഥികളുടെ അഗ്രങ്ങൾ, തൈറോയ്ഡ് ഗ്രന്ഥി എന്നിവയിൽ മാത്രം ഒതുങ്ങുന്നതാണെങ്കിൽ, മേല്പറഞ്ഞ തോതിലും അല്പം കവിഞ്ഞ മാത്രകൾ അനുവദനീയമാണ്. സ്ട്രോൺഷ്യം-90, റേഡിയം-226 എന്നിവയുടെ മാത്ര ലിറ്ററിൽ 3-ഉം 10-ഉം PCi** എന്ന തോതിൽ അധികമാകരുതെന്നും നിശ്ചയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ജലവിതരണത്തിന്റെ കാര്യത്തിൽ ആൽഫാകണങ്ങളുടെ ഉത്സർജകങ്ങളും സ്ട്രോൺഷ്യം-90-ഉം ഇല്ലാതിരിക്കുകയും ഒരു ലിറ്ററിൽ മൊത്തം ബീറ്റാ സാന്ദ്രത 1000 PCi യിൽ ഒരിക്കലും അധികമാകാതിരിക്കയും വേണമെന്ന നിബന്ധന ഫെഡറൽ റേഡിയേഷൻ കൗൺസിൽ നിർദേശിച്ചിട്ടുണ്ട്.

റേഡിയോ ആക്ടീവ് മലിനീകരണത്തിന്റെ നിരീക്ഷണവും നിവാരണവും നിയന്ത്രണവും

റേഡിയോ പ്രസരമുള്ള സംദൂഷകങ്ങൾ അത്യന്തം ഹാനികരമായതിനാൽ, മലിനീകരണം ഉണ്ടാകാതിരിക്കാനുള്ള നടപടികൾ സ്വീകരിക്കേണ്ടത് ആവശ്യമാണ്. ഏതുനിലയ്ക്കും വികിരണമാത്ര ഒരിക്കലും അനുവദിനീയ പരിധി അതിക്രമിക്കാതെ ശ്രദ്ധിക്കണം. ഇതിനായി, റേഡിയോപ്രസര സംദൂഷകങ്ങളുടെ മട്ടും അളവും കർശനമായി നിരീക്ഷിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കേണ്ടതുണ്ട്. നിവാരണനിയന്ത്രണമാർഗങ്ങൾ അതനുസരിച്ച് സ്വീകരിക്കു

* റെം (rem); വികിരണോർജത്തിന്റെ യൂണിറ്റ്. roentgen equivalent man എന്നതിന്റെ ചുരുക്കം. ഒരു റോൺട്ജൻ (roentgen) എക്സ്റേ വികിരണം ഒരു മനുഷ്യനിൽ സൃഷ്ടിക്കുന്ന ഊർജക്ഷയം എന്താണോ അത്രതന്നെ ജൈവപ്രഭാവം സൃഷ്ടിക്കുന്ന വികിരണ മാത്രയാണിത്. ഇത് ഏകദേശം ഗ്രാമിന് 1000 എർഗ് എന്ന തോതിന് തുല്യമാണ്. റോൺട്ജനാകട്ടെ (r) എക്സ്റേയുടെയോ ഗാമാരശ്മികളുടെയോ യൂണിറ്റാണ്. സാധാരണ താപമർദ സ്ഥിതിയിൽ (N.T.P) ഒരു ക്യൂബിക് സെന്റീമീറ്റർ ശുഷ്കവായുവിൽ ഒരു ഇലക്ട്രോസ്റ്റാറ്റിക്ക് യൂണിറ്റ് വൈദ്യുതി ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാൻ പര്യാപ്തമായ വികിരണത്തിന്റെ (എക്സ്-റേ അല്ലെങ്കിൽ ഗാമാരശ്മികൾ) അളവ്.

** PCi: പൈകോക്യൂറി (picocurie). റേഡിയോ ആക്ടീവ് വിഘടനത്തിന്റെ യൂണിറ്റ്. മൈക്രോമൈക്രോ ക്യൂറി എന്നുംപറയും. 3.7×10^{-2} വിഘടനങ്ങൾ പ്രതിസെക്കൻഡിന് തുല്യം.

കയും വേണം.

നിരീക്ഷണത്തിന്റെ ടെക്നിക്കുകൾ

മറ്റു സംദൂഷകങ്ങളിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്തമായി, വികിരണങ്ങളുടെ മാത്രകൾ കൃത്യമായി നിർണയിക്കുവാൻ സാധ്യമാണ്. അതിനാൽ ഇതര സംദൂഷണ നിയന്ത്രണങ്ങൾക്ക് മാതൃകയാകത്തക്കവിധം കർശനമായ നിരീക്ഷണോപാധികൾ സ്ഥാപിക്കുവാൻ സാധിക്കുന്നു. നിരീക്ഷണ രീതികൾ രണ്ട് തരമാക്കി തിരിക്കാം;

1. സാംപ്ളിങ്ങും വിശ്ളേഷണത്തിന് സാമ്പിൾ തയ്യാറാക്കലും
2. പരിമാണപരവും ഗുണപരവുമായ വിശ്ളേഷണം

1. *സാംപ്ളിങ്:* വിശ്ളേഷണത്തിനുവേണ്ടി വായുവിന്റെയും വെള്ളത്തിന്റെയും സാമ്പിളുകൾ ശേഖരിക്കേണ്ടതുണ്ട്. വായുവിന്റെ സാമ്പിളിൽ രണ്ട് പ്രക്രിയകളുണ്ട്; മൊത്തത്തിലുള്ള സാമ്പ്ളിങ്ങും വരണാത്മകമായ (selective) സാമ്പ്ളിങ്ങും വായുവിൽ നിന്ന് മൊത്തതിൽ പ്രാതിനിധ്യ സ്വഭാവമുള്ള സാമ്പിളുകൾ എടുത്ത് സിൻടിലേഷൻ കൗണ്ടറിൽ കൂടിയോ അയോണൈസേഷൻ ചേംബറിൽ കൂടിയോ കടത്തിവിടുന്ന പ്രക്രിയയാണ് മൊത്തത്തിലുള്ള സാമ്പ്ളിങ്. എന്നാൽ വരണാത്മക സാമ്പ്ളിങിൽ അന്തരീക്ഷത്തിലെ ചില ഘടകങ്ങളെ മാത്രമേ ഈ പരിശോധനയ്ക്ക് വിധേയമാക്കുന്നുള്ളു. ഈ ഘടകങ്ങളെ വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നത് അവശോഷണം, അധിശോഷണം, അരിക്കൽ എന്നീ ഭൗതികമായ രീതിയിൽ കൂടിയോ അല്ലെങ്കിൽ അവക്ഷേപം മുതലായ രാസീയ പ്രക്രിയകളിൽ കൂടിയോ ആകുന്നു. സാമ്പ്ളിങ് അനുസ്യൂതമായോ ഇടവിട്ടുള്ള വേളകളിൽ ആവർത്തിച്ചോ നടത്താവുന്നതാണ്.

വെള്ളത്തിന്റെ റേഡിയോ പ്രസരം നിർണയിക്കുന്നതിനുള്ള സാമ്പ്ളിങിൽ പൊതുവായി സ്വീകരിച്ച് വരുന്ന രീതികൾ തന്നെയാണ് അവലംബിക്കുന്നത്. പക്ഷേ റേഡിയോ ന്യൂക്ളൈഡുകളുടെ അംശം 10^{-12} ഗ്രാമോ അതിലും കുറവോ മാത്രമേ ഉണ്ടാകാറുള്ളു എന്നതുകൊണ്ട് പാത്രത്തിന്റെ ഭിത്തികളിൽ അധിശോഷണം സംഭവിച്ച് റേഡിയോ പ്രസരവസ്തു നഷ്ടപ്പെട്ടു പോകാതിരിക്കാൻ പ്രത്യേകം ശ്രദ്ധിക്കേണ്ടതാണ്. സ്ഫടികപാത്രങ്ങളും പ്ളാസ്റ്റിക്കു പാത്രങ്ങളും ഈ ആവശ്യത്തിനു പറ്റിയവയാണെന്ന് കണ്ടിട്ടുണ്ട്. എങ്കിലും അധിശോഷണ നഷ്ടം ഏറ്റവും കുറവാക്കുവാൻ, അമ്ളീകരണം പ്രയോഗിക്കാം. അല്ലെങ്കിൽ കീലേഷൻകാരകങ്ങളോ (chelating agents) വാഹക പദാർഥങ്ങളോ ചേർക്കാം.

സാമ്പിൾ തയ്യാറാക്കൽ: വികിരണവും മാപനോപകരണവും ഏത് തരമാണോ അതിനോട് ഗാഢമായി ബന്ധപ്പെടുത്തിയുള്ള രീതിയാണ് സാമ്പിൾ തയ്യാറാക്കുന്നതിന് സ്വീകരിക്കുന്നത്. ആൽഫാ, ബീറ്റാ, ഗാമ

എന്നീ രശ്മികളുടെ അളവെടുക്കാൻ റേഡിയോ ന്യൂക്ലൈഡുകളെ വെള്ളത്തിൽ നിന്ന് വേർതിരിച്ചെടുക്കേണ്ടതുണ്ട്. ഇതിനായി വെള്ളംവറ്റിച്ച് അവശിഷ്ടപദാർഥം പകർന്നെടുക്കുന്നതാണ് ഒരു രീതി. ഒരു പ്രത്യേക മൂലകമാണ് മാപനത്തിന് വേണ്ടതെങ്കിൽ രാസീയപ്രക്രിയകൾകൊണ്ട് വേർതിരിക്കേണ്ടിവരും. വായുവിന്റെ സാമ്പിളുകൾക്ക് പൃഥക്കരണത്തിനും വിശ്ളേഷണത്തിനും ഗ്രാനുലോമെട്രിക്ക് രീതി (granulometric method) ഉപയോഗിക്കുന്നു. റേഡിയോ പ്രസരമുള്ള ധൂളികൾ വേർതിരിക്കാൻ അയോൺ വിനിമയം (ion exchange), സഹാവക്ഷേപം (co-precipitation) മുതലായ രാസീയ വിധികൾ സ്വീകരിക്കുന്നു.

2. *പരിമാണപരവും ഗുണപരവുമായ വിശ്ലേഷണം*: റേഡിയോ ന്യൂക്ലൈഡുകൾ ഏത് അളവിലുണ്ടെന്നും അതുകൊണ്ട് റേഡിയോ പ്രസരമലിനീകരണത്തിന്റെ വിതാനം എത്രത്തോളമുണ്ടെന്നും നിർണയിക്കുവാൻ പരിമാണപരമായ വിശ്ളേഷണം ആവശ്യമാണ്. വികിരണമാപനത്തിന് ഇപ്പോൾ മൂന്ന് മാർഗങ്ങളാണ് സ്വീകരിച്ചുവരുന്നത്; വാതക അയണീകരണം, സിൻടിലേഷൻ, (scintillation), ഛായാഗ്രഹണ രീതിയിലുള്ള തമസ്കരണം (photographic darkening) എന്നിവ.

പരിമാണപരമായ വിശ്ളേഷണത്തിനു പുറമെ, ഗുണപരമായ വിശ്ളേഷണം കൂടി, റേഡിയോപ്രസരസംദൂഷകത്തിന്റെ സ്വഭാവം വ്യക്തമായി മനസ്സിലാക്കാൻ, ആവശ്യമാണ്. ഭൗതികമോ രാസീയമോ ആയ മാർഗങ്ങളിൽ കൂടി റേഡിയോന്യൂക്ലൈഡുകളെ വേർതിരിച്ചെടുത്ത ശേഷം അവയെ ഗുണതകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഏതെല്ലാമാണെന്ന് തിരിച്ചറിയുന്നു. ഈ പ്രത്യഭിജ്ഞാനത്തിന് മുഖ്യമായി അവലംബമാക്കുന്നത് ക്ഷയസവിശേഷതകളെയും ഉത്സർജനത്തിന്റെ പ്രത്യേകതകളെയുമാണ്. അർധായുസ്സ് മൂലകങ്ങളുടെ ശ്രദ്ധേയമായ ഗുണതാവിശേഷമാണ്. ഈ പ്രത്യേകസ്ഥിരാങ്കത്തെ ആസ്പദമാക്കി മൂലകത്തെ തിരിച്ചറിയാൻ സാധ്യമാകുന്നു. പല മൂലകങ്ങളുമടങ്ങിയ മിശ്രിതമാണെങ്കിൽ, വികിരണങ്ങളുടെ മട്ടും ഊർജവും മനസ്സിലാക്കി വിശ്ളേഷണം ചെയ്യാൻ ഉപകരണങ്ങളുടെ സഹായം വേണ്ടതുണ്ട്.

നിവാരണവും നിയന്ത്രണവും

റേഡിയോ പ്രസരമുള്ള സാദൂഷകങ്ങൾ ശരീരത്തിനകത്ത് പ്രവേശിച്ചാൽ, അവ സൃഷ്ടിക്കുന്ന മലിനീകരണം നിർമ്മാർജനം ചെയ്യാനുള്ള ചികിത്സയൊന്നും കണ്ടെത്തിയിട്ടില്ല. അതിനാൽ റേഡിയോപ്രസരം കഴിയുന്നത്ര കുറവാകുന്ന വിധത്തിൽ നിവാരണമാർഗങ്ങൾ സ്വീകരിക്കുകയും പരിസ്ഥിതിയിൽ അത്തരം മലിനീകരണം ആപൽക്കരമായ വിതാനത്തിലെത്താതെ സൂക്ഷിക്കുകയുമാണ് വേണ്ടത്. നിവാരണമാർഗങ്ങൾ നട

പ്പാക്കുവാൻ ശ്രമിക്കുന്നതിനുമുമ്പ് അവയുടെ അടിസ്ഥാനതത്വങ്ങൾ അറിഞ്ഞിരിക്കുന്നത് നല്ലതാണ്. റേഡിയോ പ്രസരമുള്ള വസ്തുക്കളുടെ ക്ഷയത്തിന്റെ നിരക്കിലും ഉത്സർജനം ചെയ്യുന്ന വികിരണങ്ങളിലും മാറ്റം വരുത്താൻ ഒരാൾക്കും സാധ്യമല്ല. അതിനാൽ ഈ വസ്തുക്കളെ വിഷാലുക്കളല്ലാത്തവയാക്കി മാറ്റിയെടുക്കുവാനും അസാധ്യമാണ്. നിവാരണ നടപടികൾ ദ്വിമുഖമായിരിക്കണം. വികിരണപ്രഭാവം ജോലിക്കാരിലും അതുപോലെതന്നെ പൊതുജനങ്ങളിലും കുറവായിരിക്കുവാനുള്ള മുൻകരുതൽ ആവശ്യമാണ്. അനുവദനീയമായ ഉച്ചതമ പരിധിയിൽ കവിഞ്ഞുള്ള റേഡിയോആക്ടീവ് മലിനീകരണം ഉണ്ടാകുവാൻ പാടില്ലെന്നുള്ള ലക്ഷ്യത്തിലധിഷ്ഠിതമായിരിക്കണം നിവാരണ സംവിധാനങ്ങൾ.

റേഡിയോപ്രസരം ലഘൂകരിക്കുന്നതിന് ഉചിതമായ സംസ്കരണം നടത്തിയിട്ടേ വ്യാവസായികാവശിഷ്ടങ്ങൾ പരിസ്ഥിതിയിലേക്ക് വിടാവൂ. അവശിഷ്ടങ്ങൾ സീവർ സിസ്റ്റത്തിലേക്കോ നദികളിലേക്കോ തള്ളിവിടാവുന്നതാണ്. പക്ഷേ ഇതിനുമുമ്പായി വികിരണ ശക്തി കുറഞ്ഞ അവശിഷ്ടങ്ങൾ, അവയുടെ വികിരണ തീവ്രത കുറയുവാൻ വേണ്ടി അല്പകാലം സൂക്ഷിച്ച് വച്ചതിനുശേഷമേ തുറന്നുവിടാൻ പാടുള്ളു. ശക്തി കൂടിയ അവശിഷ്ടങ്ങളാകട്ടെ, നേരെ വിസർജിക്കാവുന്നതല്ല. അവയിലുള്ള റേഡിയോ ന്യൂക്ളൈഡുകളെ സ്കന്ദനം, അവക്ഷേപം, അയോൺ വിനിമയം എന്നീ പ്രക്രിയകളിൽ കൂടി നീക്കം ചെയ്യേണ്ടതുണ്ട്. ഇപ്രകാരം മൂലകങ്ങൾ സാന്ദ്രീകൃതമായിട്ടുള്ള പദാർഥം (ഖരരൂപത്തിൽ) പ്രത്യേകിച്ച് സൂക്ഷിച്ച് വയ്ക്കുകയോ അല്ലെങ്കിൽ മണ്ണിൽ കുഴിച്ചിടുകയോ ചെയ്യണം. ഇങ്ങനെ സംദൂഷകങ്ങൾ നീക്കിക്കളഞ്ഞ ശേഷമുള്ള അവശിഷ്ടജലം പുറത്തേക്ക് ഒഴുക്കിക്കളയാവുന്നതാണ്. ഇതിനേക്കാളും കവിഞ്ഞ പ്രസരണശക്തിയുയുള്ള അവശിഷ്ടങ്ങളെ സംസ്കരിക്കുവാൻ മാർഗമില്ല. അവയെ ഒരിടത്ത് അനിശ്ചിതകാലത്തേക്ക് സൂക്ഷിച്ച് വയ്ക്കുവാനേ നിർവാഹമുള്ളു. പരിസ്ഥിതിയിലേക്ക് ഒരിക്കലും അവയെ വ്യാപിക്കാൻ വിട്ടു കൂടാ. പക്ഷേ അവശിഷ്ടങ്ങളെ ബാഷ്പീകരണംകൊണ്ട് സാന്ദ്രീകൃതമാക്കാം. വികിരണശക്തി കുറവായ സംഘനിതപദാർഥം പുറത്തുവിടുകയും ചെയ്യാം. അടിയിൽ സാന്ദ്രീകൃതമായിട്ടുള്ള വസ്തുക്കൾ പ്രത്യേകം സജ്ജമാക്കിയിട്ടുള്ള സംഭരണികളിൽ സൂക്ഷിക്കുകയും വേണം. ഈയിടെയായി ചെറിയ അളവിലുള്ള ഉയർന്ന വികിരണശക്തിയുള്ള, പദാർഥങ്ങൾ കോൺക്രീറ്റ് കട്ടകളാക്കി മാറ്റി ഭൂമിയിലോ സമുദ്രത്തിന്റെ അടിയിലോ കുഴിച്ചിടുന്ന സമ്പ്രദായം നടപ്പിലായിട്ടുണ്ട്. ഇതിന് പുറമേ അവശിഷ്ടങ്ങളെ സ്ഫടികസമാനമായ സിറാമിക്ക് പദാർഥമാക്കി പരിവർത്തനം ചെയ്യിക്കുകയും പിന്നീട് പ്രതാപനം (calcination) വഴി അലൂമിനയോ (alumina), സിർക്കോണിയയോ (zirconia) ആക്കി മാറ്റുകയും

ചെയ്യുന്നരീതിയും ഈയിടെ സ്വീകരിക്കപ്പെട്ട് വരുന്നു. ഇങ്ങനെ മാറ്റം വരുത്തിയ പദാർഥത്തിൽനിന്ന് വിക്ഷാളനം (leaching) നടത്തി റേഡിയോ മൂലകങ്ങളെ വേർതിരിക്കുന്നു. ഇവയെ കളിമണ്ണിലേക്ക് അവശോഷണത്തിലൂടെയോ അയോൺ വിനിമയത്തിലൂടെയോ പകർന്ന് താപനം ചെയ്യുന്നു. ഇതിന്റെ ഫലമായി കളിമണ്ണിന്റെ ക്രിസ്റ്റൽ ഘടനയിൽ വരുന്ന മാറ്റത്തിലൂടെ റേഡിയോ ന്യൂക്ളൈഡുകൾ വിക്ഷാളനം കൊണ്ട് വിട്ടുപോരാത്ത വിധത്തിൽ ബന്ധിതമാകുന്നു. അവശിഷ്ടങ്ങളെ ഈ രീതിയിൽ സമുദ്രത്തിൽ നിക്ഷേപിക്കുന്ന രീതി പരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. അവശിഷ്ടങ്ങളെ ഉരുക്ക് വീപ്പകളിൽ കോൺക്രീറ്റ് കൊണ്ട് മൂടി സമുദ്രത്തിൽ 6000 അടി -അതിൽ കൂടുതലും-ആഴത്തിൽ നിക്ഷേപിച്ചിരിക്കുന്നു. പക്ഷേ സമുദ്രത്തിൽ നിക്ഷേപിക്കുന്നത് ഏറെ ചെലവുള്ള രീതിയായതിനാൽ, ഭൂമിക്കടിയിൽ കുഴിച്ചിടുന്ന മാർഗവും നിർദേശിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

റേഡിയോ ആക്ടീവ് മലിനീകരണം തടയുന്നതിനുള്ള മറ്റൊരുമാർഗം, റേഡിയോപ്രസരമുള്ള സംദൂഷകങ്ങളുടെ ബഹിർഗമനം തന്നെ പരിമിതപ്പെടുത്തുക എന്നതാണ്. ഇത് ഫലപ്രദമാണ്. അത് നടപ്പാക്കുവാൻ നിർമ്മാണം ആരംഭിക്കുന്നതിനുമുമ്പ് തന്നെ അതിനുള്ള ആസൂത്രണങ്ങൾ ചെയ്തിരിക്കണം. പല സാങ്കേതിക വിദ്യകളും ഇതിലേക്കായി ലഭ്യമാണെങ്കിലും വ്യവസായത്തിന്റെയും പ്രക്രിയയുടെയും മട്ടനുസരിച്ച് അവയിൽ നിന്ന് ഉചിതമായവ തിരഞ്ഞെടുക്കേണ്ടതുണ്ട്. ഉദാഹരണമായി രാസീയവും ലോഹപരവുമായ വ്യവസായങ്ങളിൽ, റേഡിയോ പ്രസരവസ്തുക്കളെ വാതകരൂപത്തിലോ പൊടിയായോ കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നതിന് പകരം മണ്ണോ വെള്ളമോ മാധ്യമമാക്കി പ്രവർത്തനവിധേയമാക്കാം. യുറേനിയം ഖനികളിൽ, ഭൂഗർഭത്തിലെ അപവാഹവ്യവസ്ഥയോട് (drainage) സംയോജിപ്പിച്ചുള്ള സജലഖനനം നടത്തുവാൻ സാധിക്കും. ആണവറിയാക്ടറുകളിൽ, പരമമായ ശുദ്ധതയുള്ളതും വാതകീയവുമായ ശീതകങ്ങൾ സംവൃതമായ ശീതനചക്രവ്യൂഹത്തിൽ ഉപയോഗിക്കാം. ഇതുവഴി ബാഹ്യപരിതസ്ഥിതിയിലേക്ക് സക്രിയിത പദാർഥങ്ങൾ പരക്കുന്നത് ഒഴിവാക്കുവാൻ സാധിക്കുന്നു. മറ്റൊരു മാർഗം, റേഡിയോ പ്രസരംകൊണ്ടുള്ള ഉത്സർജനങ്ങളെ സംരോധനം ചെയ്യുക എന്നതാണ്. ഇതിനായി വായു കടക്കാത്ത വിധമുള്ള ആവരണം കൊണ്ട് പദാർഥങ്ങളെ ഒരിടത്തു ഒതുക്കിനിർത്തുകയോ സംവൃതമായ ചാക്രിക വ്യൂഹത്തിനകത്ത് പ്രവർത്തിപ്പിക്കുകയോ വേണം. ഇതൊക്കെയായാലും, അന്തരീക്ഷത്തിൽ ഉയർന്ന തോതിൽ റേഡിയോ ആക്ടീവ് മലിനീകരണം പിന്നെയും സംഭവിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിൽ (ദീർഘായുസ്സുള്ള ഐസോട്ടോപ്പുകളുടെ സാന്നിധ്യം മൂലം), പരിക്ഷേപണം (dispersal) മാത്രമേ പോംവഴിയുള്ളു. ഒരിടത്ത് ഒതുങ്ങി നിന്നിരുന്ന സംദൂഷകങ്ങളെ പരിക്ഷേപം ഒരു വിസ്തൃതമേഖലയിൽ

/

വ്യാപിപ്പിക്കുകയും തന്മൂലം മലിനീകരണവും അതിന്റെ പ്രഭാവങ്ങളും പൊതുവേ ലഘൂകരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. വളരെ ഉയരത്തിലുള്ള പുക ക്കുഴലുകൾ, സംവാതനം എന്നിവ, റേഡിയോ ആക്ടീവ് മലിനീകരണം കൂടുതലുള്ള പ്രവൃത്തിസ്ഥലങ്ങളിൽ, ഏർപ്പെടുത്തിയാണ് പരിക്ഷേപം സാധിക്കുന്നത്.

പ്രവൃത്തിയോടനുബന്ധിച്ചുള്ള ഉദ്ഭാസനം ഹേതുവായി വ്യക്തികൾക്ക് സാരമായ സംദൂഷണം ഏൽക്കാറുണ്ട്. ഇതുണ്ടാകാതെ തടയേണ്ടതാണ്. ബാഹ്യമായ വികിരണാഘാതം കൊണ്ടുള്ള അപകടം ഒഴിവാക്കാൻ താഴെ പ്പറയുന്ന നടപടികൾ കൈക്കൊള്ളാവുന്നതാണ്:

1. റേഡിയോപ്രസരമുള്ള വസ്തുക്കളോട് ബന്ധപ്പെട്ടുള്ള ജോലി കളിൽ, വികിരണം ലഘൂകരിക്കാൻ സാധ്യമല്ലാത്ത സാഹചര്യത്തിൽ, ജോലികൾ ദ്രുതമായി ചെയ്തു തീർക്കുകയോ അല്ലെങ്കിൽ കൂടുതൽ ആളുകളെ നിയോഗിക്കുകയോ ചെയ്തുകൊണ്ട് ഉദ്ഭാസനസമയം ഹ്രസ്വ മാക്കുക.

2. റേഡിയോപ്രസര സ്രോതസ്സിൽ നിന്ന് വേണ്ടത്ര ദൂരത്തിൽ നിന്നു കൊണ്ട് അത് സംബന്ധിച്ച പ്രവർത്തനങ്ങൾ നടത്തുക.

3. വികിരണമാത്ര കഴിയുന്നതും കുറവായിരിക്കുവാൻ പ്രവർത്തന ങ്ങൾ നടത്തിക്കൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ ആവരണസംരക്ഷണം സംവിധാനം ചെയ്യുക.

മേല്പറഞ്ഞ മൂന്ന് മാർഗങ്ങൾ കൊണ്ട് ശരീരത്തിന് ബാഹ്യമായി ഏൽക്കുന്ന വികിരണഹാനി ഒരളവോളം തടയുവാൻ പറ്റുമെങ്കിലും, ആന്ത രമായി സംഭവിക്കാവുന്ന വികിരണദോഷങ്ങൾ മിതപ്പെടുത്തുവാൻ വളരെ ബുദ്ധിമുട്ടുണ്ട്. റേഡിയോപ്രസരമുള്ള പദാർഥങ്ങൾ ശ്വസനത്തിലൂടെയും മറ്റ് വിധത്തിലും ശരീരത്തിനകത്ത് പ്രവേശിക്കുന്നത് നിയന്ത്രിക്കുവാൻ ഉചിതമായ പ്രവർത്തന രീതികൾ കൊണ്ടും പരിസരശുചിത്വം പാലിച്ചും സാധിക്കുന്നതാണ്. ഇതു കൊണ്ട് ഉദ്ദേശിക്കുന്നത് പ്രവർത്തനശാലയ് ക്കകത്തുള്ള പ്രതലങ്ങളെ നിരന്തരമായി നിരീക്ഷിക്കുകയും വൃത്തിയാ ക്കിവയ്ക്കുകയും ചെയ്യുക, പരീക്ഷണ മുറി വിടുമ്പോൾ നിഷ്കർഷ യോടെ പ്രക്ഷാളനം ചെയ്യുക, മലിനീകൃതമായ മുറിക്കകത്ത് വച്ച് പുക വലിയോ ആഹാരമോ പാനമോ ഒഴിവാക്കുക തുടങ്ങിയ പല നിഷ്ഠകളും പാലിക്കണമെന്നാണ്. മുഖംമൂടി, ഹുഡ് (hood), ശരീരംമുഴുവൻ മറയ്ക്കുന്ന കുപ്പായം, പാദരക്ഷ, തൊപ്പി, കയ്യുറ മുതലായവ ഉപയോഗിച്ചാൽ ആന്ത രമലിനീകരണവും ചർമ്മസംദൂഷണവും കൊണ്ടുണ്ടാകുന്ന അപകടങ്ങൾ കുറയ്ക്കുവാൻ സാധിക്കും. ആഹാരത്തിൽകൂടിയോ ശ്വസനത്തിൽകൂ ടിയോ, ദീർഘായുസ്സുള്ള ഐസോട്ടോപ്പുകൾ അകത്ത് പ്രവേശിച്ചാൽ ഗുരുതരമായ ഭവിഷ്യത്തുകൾ ഉണ്ടാകുന്നതിനാൽ, മലിനീകരണം സംഭ

വിക്കുന്ന സ്ഥലത്ത് വച്ച് തത്സമയംതന്നെ നിവാരണമാർഗങ്ങൾ സ്വീകരിക്കുന്നതാണ് സ്വരക്ഷയ്ക്കുവേണ്ടി സ്വീകരിക്കാവുന്ന ഉത്തമമായ നടപടി.

ഭാവിയിൽ നമ്മുടെ പരിതസ്ഥിതിക്ക് സാരമായ ദോഷങ്ങൾ വരാതിരിക്കാൻ ആണവസ്ഥാപനങ്ങളും സംസാധനശാലകളും ഉചിതമായ പ്രദേശങ്ങളിൽ മാത്രമേ സ്ഥാപിക്കാവൂ.

6

താപീയമലിനീകരണം

തപ്തമായ വിസർജിതങ്ങൾ കൊണ്ടുണ്ടാകുന്ന ദൂഷ്യഫലങ്ങളെ കുറിക്കുവാൻ 'താപീയമലിനീകരണം' എന്ന പദമുപയോഗിച്ചുവരുന്നു. എന്നാൽ 'താപീയമലിനീകരണം' എന്നത് അത്ര ഉചിതമായ പദമല്ല. എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ താപം ഒരു മാലിന്യകാരകമല്ല. വെള്ളത്തിനോ വായുവിനോ അന്യവസ്തു സംയോഗം കൊണ്ടു സംഭവിക്കുന്നതുപോലെ പരിശുദ്ധിയ്ക്കു ഹാനി സൃഷ്ടിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവല്ല അത്. താപനിലയിൽ മാറ്റം (ഉയർച്ചയോ താഴ്ചയോ) സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നതിനാൽ പാരിസ്ഥിതികമായ വായുവിനോ വെള്ളത്തിനോ ഉണ്ടാകുന്ന ഗുണതാഹാനിയെ സൂചിപ്പിക്കുന്ന പദം മാത്രമാണ് 'താപീയമലിനീകരണം'.

വ്യവസായശാലകൾ, ഫാക്ടറികൾ, മില്ലുകൾ എന്നിവയിൽനിന്നുള്ള തപ്തവും വാണിജ്യപരവുമായ ബഹിഃസ്രാവങ്ങളും, വിദ്യുച്ഛക്തി നിലയങ്ങളിൽ നിന്നുള്ളതും ചൂടുള്ളതുമായ 'ശീതീകരണജല'വും ഒരു നദിയിലോ തോട്ടിലോ ജലത്തിൽ ഒട്ടേറെ ഡിഗ്രിവരെ താപനില ഉയർത്തിയെന്നുവരാം. വ്യാവസായിക പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് വേണ്ടി വിനിയോഗിക്കുന്ന ആകെ വെള്ളത്തിന്റെ ഏകദേശം എൺപത് ശതമാനവും ശരീരത്തിനകത്ത് മാത്രമാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഈ വെള്ളം മിക്കവാറും സാരമായ മാറ്റമൊന്നും കൂടാതെ-താപനിലയിലുള്ള ഉയർച്ച ഒഴിച്ച്-അതേപടി പുറത്തേക്ക് വിടുന്നു. ഈ വിസർജിത ജലത്തിന്റെ പ്രഭാവങ്ങൾ പല ഘടകങ്ങളെയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു.

1. വിസർജിതജലത്തിന്റെയും അതു ചെന്നുചേരുന്ന ജലത്തിന്റെയും താപനിലയിലുള്ള വ്യത്യാസം.
2. വിസർജിതജലം സ്വീകരിക്കുന്ന നദിയുടെ വലിപ്പം.
3. സ്വീകരിക്കുന്ന ജലത്തിന്റെ ഗുണ്മത.
4. താപക്ഷയത്തിന്റെ തോത്.
5. നദീജലത്തിന്റെ അനന്തരോപയോഗങ്ങൾ.

ഉപരിതലജലത്തിന് താപീയഭാരമേല്പിക്കുന്ന വ്യവസായങ്ങളിൽ വച്ച് ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട പരിഗണനയർഹിക്കുന്നത് ആണവവൈദ്യുതനില

യങ്ങളും താപവൈദ്യുതനിലയങ്ങളുമാണ്. സാധാരണയായി, നീരാവി ഉപയോഗിച്ച് വൈദ്യുതി ഉപയോഗിക്കുന്ന നിലയങ്ങളിൽ നിന്നു പുറത്തു വിടുന്ന വെള്ളത്തിന്റെ താപനില ആ ജലത്തെ സ്വീകരിക്കുന്ന ജലത്തിന്റെ താപനിലയേക്കാൾ ആറു മുതൽ 10 വരെ ഡിഗ്രി ഉയർന്നിരിക്കും. വിദ്യുച്ഛക്തി ഉല്പാദനം വളരെ വർധിപ്പിക്കേണ്ടിവരുമ്പോൾ, ഉല്പാദകയന്ത്രങ്ങളുടെ ശേഷി കൂട്ടുവാൻ നീരാവിയുടെ പ്രവാഹം താരതമ്യേന ഉയർത്തേണ്ടിവരുന്നു. ഇതിന്റെ ഫലമായി നീരാവിയുടെ താപനില ഉയരുകയും സ്വാഭാവികമായ താപക്ഷയം വേണ്ടത്ര ഫലപ്രദമാകാതെവരികയും ചെയ്യുന്നു. അതിനാൽ ഈ പ്രശ്നം പ്രത്യേകം ശ്രദ്ധചെലുത്തേണ്ട ഒന്നാകുന്നു. ചിലപ്പോൾ ജലവൈദ്യുത പദ്ധതികളുടെ പ്രവർത്തനഫലമായി ഋണാത്മകമായ താപീയ ഭാരവും (negative thermal loading) സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ടു എന്നു വരാം. വൈദ്യുത നിലയങ്ങൾക്ക് പുറമെ മറ്റുപല വ്യവസായങ്ങളും-ശീതീകരണം ആവശ്യമുള്ളവ-താപീയ ഭാരത്തിന് സംഭാവന നൽകുന്നുണ്ട്. ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്ന വൈദ്യുത നിലയങ്ങളേക്കാൾ, അണുശക്തി ഉപയോഗിക്കുന്ന നിലയങ്ങൾ ശീതീകരണ ജലത്തിന്റെ 18 ശതമാനത്തോളം അധികം താപം നൽകുന്നുണ്ടെന്ന് കണക്കാക്കിയിരിക്കുന്നു.

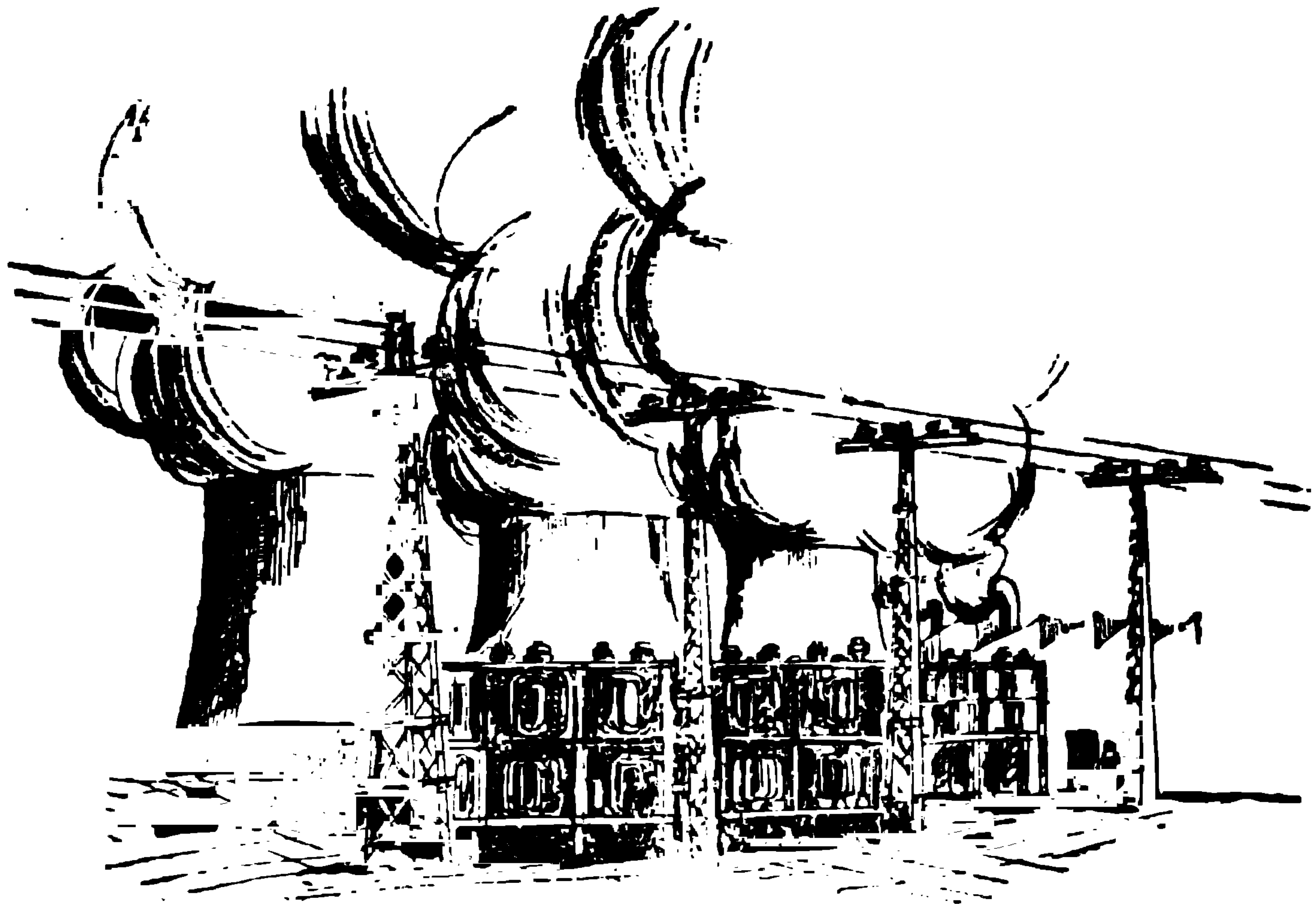
നഗരങ്ങളിലെ വാഹിതമലമാണ് താപീയമലിനീകരണത്തിലെ മറ്റൊരു പങ്കാളി. വീടുകളിൽ നിന്നുള്ള വാഹിതമലം സംസ്കരണമൊന്നും കൂടാതെയോ, സംസ്കരണം നടത്തിയോ ഒഴുക്കി വിടുന്നത് നദികളിലേക്കും അരുവികളിലേക്കും തോടുകളിലേക്കുമാണ്. വാഹിതമലത്തിന് സാധാരണമായി അത് ചെന്നു ചേരുന്ന ജലത്തിനേക്കാൾ താപനില കൂടിയിരിക്കും. നദീജലത്തിന്റെ താപനില ഉയരുന്നു എന്നു മാത്രമല്ല വാഹിതമലം സൃഷ്ടിക്കുന്ന പ്രഭാവം. വാഹിതമലത്തിലുള്ള ജൈവപദാർഥവും ഓക്സീകരണക്ഷമമായ അന്യവസ്തുക്കളും ഉപരിതല ജലത്തിൽ ലയിച്ചിരിക്കുന്ന ഓക്സിജനെ ഓക്സീകരണത്തിന് വിനിയോഗിക്കുന്നു. ഉയർന്ന താപനിലയിൽ നദീജലത്തിലെ വിലയിത ഓക്സിജന്റെ അളവ് കുറയുന്നതോടൊപ്പം ഓക്സിജന്റെ ചോദന ഉയരുന്നു. ഈ അവസ്ഥയിൽ അവായവ പ്രക്രിയകൾ ഉണ്ടാവുകയും തന്മൂലം ദുർഗന്ധം വമിക്കുന്ന വാതകങ്ങൾ ഉത്ഭവിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. വിലയിത ഓക്സിജനെ ആശ്രയിച്ച് കഴിയുന്ന ജീവികൾ അതോടെ ചത്തൊടുങ്ങുന്നു. ഇപ്രകാരം, താപനിലയിലുള്ള ഉയർച്ച ഗുരുതരമായ പ്രഭാവം വെള്ളത്തിന്റെ ഗുണമേന്മയിൽ സൃഷ്ടിക്കുവാൻ പര്യാപ്തമാണ്. ഇതു തന്നെയാണ് ജൈവപദാർഥങ്ങൾ അടങ്ങുന്നതും തപ്തവുമായ വ്യാവസായിക ബഹിഃസ്രാവങ്ങൾ കൊണ്ടും ഉണ്ടാകുന്നത്.

താപീയമലിനീകരണത്തിന്റെ ഫലങ്ങൾ

ജൈവപ്രക്രിയകളിൽ നിരവധി രാസീയപ്രവർത്തനങ്ങൾ അടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. ഇവയുടെ വേഗം താപനിലയിലുണ്ടാകുന്ന മാറ്റമനുസരിച്ച് വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു. ഇതിന് പുറമെ താപനില ശരീരപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ നിർണായകമായ പ്രാധാന്യം ചെലുത്തുന്നുമുണ്ട്-പുനരുല്പാദന ചക്രങ്ങളിൽ, പചനഗതിയിൽ, ശ്വസനഗതിയിൽ എല്ലാം. താപീയമലിനീകരണത്തിന്റെ പ്രഭാവം മുഖ്യമായും ജലജീവികളിലാണ് കാണപ്പെടുന്നത്-പ്രത്യേകിച്ച് മത്സ്യങ്ങളിൽ. ഉപരിതലജലമാണ് അനേകതരം ജന്തുസസ്യജാലങ്ങളുടെ ആവാസസ്ഥാനം. ജലീയപരിസ്ഥിതിയെ ആശ്രയിച്ച് മാത്രമാണ് ഈ ജൈവജാതികളുടെ നിലനിൽപ്. പരിസ്ഥിതിയുടെ മുഖ്യഘടകം താപനിലയാണ്. ഇത് വിലയിതഓക്സിജന്റെ സാന്ദ്രത, pH-മൂല്യം, ജൈവരാസീയപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ വേഗം, ജലീയജന്തുക്കളുടെ പ്രവർത്തനക്ഷമത എന്നിവയെ നിയന്ത്രിക്കുന്നു.

താപീയമലിനീകരണം മത്സ്യങ്ങൾക്കു വിശേഷിച്ചും ആപൽക്കാരിയാകുന്നു. മിക്ക ജാതി മത്സ്യങ്ങൾക്കും സാമാന്യം വലിയ താപവ്യതിയാനങ്ങളോട് അനുകൂലനം നേടിനിൽക്കാനുള്ള കഴിവുണ്ട്-താപനില മന്ദമായിമാത്രം മാറുകയാണെങ്കിൽ. പക്ഷേ താപനില പെട്ടെന്ന് ഉയരുകയോ താഴുകയോ ചെയ്താൽ അവയ്ക്ക് ജീവഹാനി സംഭവിക്കാനിടവരുന്നു. മത്സ്യങ്ങളെ മാത്രമല്ല ജലീയമായ പരിസ്ഥിതി വ്യൂഹത്തെ മുഴുവനും താപനിലയിലെ വ്യതിയാനങ്ങൾ ബാധിക്കുന്നു. ഭക്ഷ്യ ശൃംഖലയിൽ എന്തെങ്കിലും വിടവുണ്ടായാൽ, വ്യൂഹത്തെയൊട്ടാകെ അത് തകിടം മറിക്കും. താണതരം ജീവികളുടെ സംഖ്യയിലും ജാതികളിലും ഋതുഭേദങ്ങളനുസരിച്ചുണ്ടാകുന്ന വ്യതിയാനങ്ങൾക്ക് താപനിലയുടെ മാറ്റംകൊണ്ട് വ്യത്യാസം വരാനിടവന്നാൽ, മത്സ്യങ്ങൾക്ക് വേണ്ട ദിക്കിൽ വേണ്ട ആഹാരം ലഭിക്കാൻ സാധ്യമല്ലാതാകും. ഒരേ അക്ഷാംശരേഖയിൽ പെട്ട പ്രദേശങ്ങളിൽ ഉഷ്ണജലജീവജാതികളും ശീതജലജീവജാതികളും ഒരുമിച്ച് കാണപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഇതിന് കാരണം വിവിധതാപനിലകളോട് അവയ്ക്കുള്ള അനുകൂലന ശീലതയാണ്. ഈ ജീവസഹവർത്തിത്വം സാധ്യമാകുന്നതിന്റെ യുക്തി താഴെ പറയും പ്രകാരമാണ്: താപനില ഒരു നിശ്ചിതപരിധിയിൽ നിന്ന് മീതെയായാൽ രണ്ട് ജാതി ജീവികളും ചത്തുപോകും. ഉദാഹരണമായി ബ്രൂക്ക് ട്രൗട്ട് (brook trout-ഒരുതരം ആറ്റുമീൻ) എന്ന മത്സ്യം താപനില 4 ഡിഗ്രി മുതൽ 24 ഡിഗ്രിവരെ വ്യതിയാനമുള്ള വെള്ളത്തിൽ ജീവിക്കാൻ കെല്പുള്ളവയാണ്. വലിയവായുള്ള ബാസ് (bass-ഒരുതരം കടൽമീൻ) എന്ന മത്സ്യത്തെ സംബന്ധിച്ച് ഈ താപനില 4 മുതൽ 35 ഡിഗ്രിവരെയാണ്. എങ്കിലും ഇവ രണ്ടും ഈ പരിധിവിട്ട് ഉയർന്നതാപനിലയെപ്പോലും അതിജീവിക്കാൻ ശക്തമാണ്; പക്ഷേ അല്പനേര

ത്തേക്ക് മാത്രം. അതുപോലെതന്നെ താപനില പരിചിതമായ നിമ്നതമ പരിധിയിൽ നിന്ന് താഴോട്ടുപോയാലും അവയ്ക്ക് ജീവിക്കാൻ പ്രയാസ മാകുന്നു.



ചിത്രം 12. വിദ്യുച്ഛക്തിനിലയങ്ങളിൽനിന്നുള്ള 'ശീതജല'മാണ് താപീയമലിനീകരണ ത്തിന്റെ മുഖ്യഹേതു.

ജലീയവ്യൂഹത്തിന്റെ താപനില ഉയരുമ്പോൾ, മത്സ്യങ്ങളുടെ ചയാപ ചയപ്രക്രിയകൾ ത്വരിതപ്പെടുകയും തന്മൂലം ശ്വസനത്തിന്റെ തോതും ഓക്സിജന്റെ ആവശ്യവും വർധിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. താപനില ഒരു നിശ്ചിത പരിധിക്ക് മേലെയാകുമ്പോൾ നാഡീവ്യൂഹത്തിനോ ശ്വസന വ്യൂഹത്തിനോ അതല്ലെങ്കിൽ കാതലായ കോശപ്രക്രിയകൾക്കോ തക രാറ് സംഭവിച്ച് മത്സ്യങ്ങൾക്ക് ജീവഹാനിയുണ്ടാകുന്നു. ഇതിന് പുറമെ, വസന്തകാലങ്ങളിൽ ഉണ്ടാകേണ്ട അണ്ഡജനനത്തിനും മറ്റ് പ്രജനന വ്യൂഹ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കും ദോഷങ്ങൾ സംഭവിക്കുന്നു.

വിലയിതഓക്സിജനെ താപീയമലിനീകരണം എപ്രകാരം ബാധി ക്കുന്നു എന്ന പ്രശ്നം ഒരു വിവാദ വിഷയമാണ്. വെള്ളത്തിൽ അല്പ മായ തോതിലേ ഓക്സിജൻ വിലയിക്കുന്നുള്ളു എന്ന വസ്തുത സുവി ദിതമാണ്. താപനില ഉയരുമ്പോൾ വിലയിതമായ ഓക്സിജന്റെ അളവ് കുറയുന്നു. ഉദാഹരണമായി 0 ഡിഗ്രിയിൽ 14.6 പിപിഎം ആയിട്ടുള്ള ഓക്സിജന്റെ സാന്ദ്രത 35 ഡിഗ്രിയിൽ 7.1 പിപിഎം ആയിത്തീരുന്നു.

അരോഗമായ നദീജലത്തിൽ ഉചിതമായ അളവിൽ വിലയിതമായ ഓക്സിജൻ ഉണ്ടെങ്കിലേ, വായുവെ അവലംബിക്കുന്ന ജീവികൾക്ക് നിലനിൽക്കുവാൻ സാധിക്കുകയുള്ളു. വിലയിതഓക്സിജനെ ആശ്രയിച്ചാണ് മത്സ്യങ്ങൾക്ക് ലഭ്യമാകുന്ന ആഹാരത്തിന്റെ അളവ്. ജൈവപദാർഥങ്ങൾ ബാക്ടീരിയങ്ങൾക്ക് ഭക്ഷണത്തിന് പാകപ്പെടുന്നത് ഓക്സീകരണം മൂലമാണ്. ഓക്സീകരണത്തിന്റെ നിരക്ക് വിലയിത ഓക്സിജന്റെ അളവിനെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. അതിനാൽ, ഓക്സിജൻ ധാരാളമുണ്ടെങ്കിൽ ബാക്ടീരിയങ്ങൾ അതിവേഗം പെരുകുന്നു. ഇവ ആദിജീവികളുടെ ആഹാരമാണ്. ആദിജീവികളാകട്ടെ അവയേക്കാൾ മുന്തിയതലത്തിലുള്ള ജലീയജീവികളുടെ ഭക്ഷണവസ്തുവാണ്. മത്സ്യങ്ങളുടെ ഭക്ഷ്യശൃംഖല രൂപം കൊള്ളുന്നത് ഇങ്ങനെയാണ്. ഈ ശൃംഖലയിലെ ഓരോ കണ്ണിയ്ക്കും വിലയിതഓക്സിജൻ അത്യാവശ്യമാകുന്നു. നദീജലത്തിൽ, നഷ്ടപ്പെട്ട് പോകുന്ന ഓക്സിജന്റെ കുറവ് നികത്തിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന രണ്ടു പ്രക്രിയകളുണ്ട്: (1) പുനർവാതനം (reaeration) (2) പ്രകാശസംശ്ലേഷണം. ഭക്ഷ്യശൃംഖലയിൽ വിനിയോഗിച്ച് തീരുന്ന ഓക്സിജന്റെ കുറവ് ഈ പ്രക്രിയകളിൽ കൂടി അനുസ്യൂതമായി പരിഹരിക്കപ്പെടുന്നു.

ജലത്തിലെ പരിസ്ഥിതിവ്യൂഹത്തിൽപെട്ട ജീവികളുടെ നിലനിൽപിനെ ആൽഗകളുടെ വളർച്ചയും ഗണ്യമായി സ്വാധീനിക്കുന്നുണ്ട്. കൃഷിയിടങ്ങളിൽ നിന്ന് മിച്ചമായി ഒഴുകിച്ചേരുന്ന പോഷകവസ്തുക്കളും, താപീയ മലിനീകരണവും ആൽഗകൾ തഴച്ചുവളരുന്നതിന് കാരണമാകുന്നു. തൽഫലമായി സുപോഷണസംബന്ധവും മറ്റുമായ അനാശാസ്യപ്രഭാവങ്ങളും ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതിന് പുറമെ താപനില ഉയരുന്നതുകൊണ്ട് രോഗാണുക്കളും വർധിക്കുവാൻ ഇടയാകുന്നു. രോഗാണുക്കളുടെ കരുത്ത് വർധിക്കുന്നതും മത്സ്യങ്ങളുടെ രോഗപ്രതിരോധശേഷി ക്ഷയിക്കുന്നതുമാണ് താപീയ മലിനീകരണത്തിന്റെ അനന്തരഫലം. ഇതിനെത്തുടർന്ന് രോഗാണുക്കളുടെ ശക്തമായ ആക്രമണത്തിൽപെട്ട് മത്സ്യങ്ങൾ കൂട്ടത്തോടെ ചത്തൊടുങ്ങുന്നു. കൃഷിയിടങ്ങളിലും മീൻവളർത്തുകേന്ദ്രങ്ങളിലും മറ്റുമുള്ള, പരിമിതമായ സ്ഥലത്തു വെള്ളം നിൽക്കുന്ന കുളങ്ങളിൽ ഇപ്രകാരമുള്ള സാഹചര്യങ്ങൾ ഉണ്ടാകാറുള്ളത് പണ്ടേതന്നെ അറിയപ്പെട്ടിരുന്നു. ഇത്തരം സ്ഥാനങ്ങളിൽ വെള്ളം കുറഞ്ഞ അളവിലായതിനാൽ എളുപ്പത്തിൽ അത് ചൂടാകുന്നു. വലിയ ജലാശയങ്ങളിലും ഇതുതന്നെ സംഭവിക്കാനുള്ള സാധ്യത, താപീയ ഭാരം ഏറുന്നതോടെ, വർധിക്കുകയാണ്.

മലിനീകരണമില്ലാത്ത ജലത്തിൽ 18 മുതൽ 20 ഡിഗ്രിവരെയുള്ള താപനിലയിൽ ഡയാറ്റങ്ങൾ സമൃദ്ധമായി പെരുകുന്നു; 30 മുതൽ 35 ഡിഗ്രി വരെ പച്ച ആൽഗയും, 35 മുതൽ 40 ഡിഗ്രിവരെ നീലപ്പച്ചയായ ആൽഗയും പെരുകുന്നതിന് പറ്റിയ താപനിലയാണ്. ഇതിനർഥം താപോന്നതി സൃഷ്ടി

ക്കുന്ന വിസർജ്ജ്യങ്ങൾ ഒരു ജലാശയത്തിലെത്തിയാൽ പച്ച ആൽഗയേ ക്കാളധികം നീലപ്പച്ചയായ ആൽഗ വളരാനിടവരുന്നു എന്നാണ്. ഇതു പരിസ്ഥിതി വ്യൂഹത്തിന് ക്ഷതമേല്പിക്കുന്നു. നീലപ്പച്ചയായ ആൽഗകൾ മത്സ്യങ്ങൾക്കു താരതമ്യേന ഗുണംകുറഞ്ഞ ആഹാരമാണ്. മാത്രമല്ല അവ ചിലപ്പോൾ വിഷാലുവുമായിത്തീരാറുണ്ട്.

ഈ പ്രഭാവങ്ങളെക്കൂടാതെ, താപനില ഉയരുന്നതുകൊണ്ട് വെള്ള ത്തിന്റെ ഭൗതികവും രാസീയവുമായ ഗുണങ്ങൾക്കും മാറ്റം വരും. ഒന്നാ മതായി ബാഷ്പമർദം കുത്തനെ ഉയരുന്നു. ജലത്തിന്റെ ശ്യാനത (viscosity) താഴുകയും ചെയ്യുന്നു. മുൻപു പ്രസ്താവിച്ചതുപോലെ, താപനില കൂടു മ്പോൾ വാതകങ്ങളുടെ ജലവിലേയത വർധിക്കുന്നു. ഈ മാറ്റങ്ങളെല്ലാം ജലജൈവവ്യൂഹത്തെ സാരമായി ബാധിക്കുന്നവയാണ്. ശ്യാനതയും ഘനത്വവും താഴുമ്പോൾ, നിലംബിത വസ്തുക്കൾ കീഴ്പോട്ട് വീഴുന്ന തിന്റെ ഗതിവേഗം കൂടുന്നു. ജലാശയത്തിന്റെ അടിത്തട്ടിൽ ദ്രുതമായി അവസാദം കുമിഞ്ഞ് കൂടുകയും അതിനാൽ ജലീയമായ ആഹാരലഭ്യത കുറഞ്ഞുപോകാനുള്ള സാധ്യത ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഓക്സിജന്റെ വിലേയതയും മത്സ്യങ്ങളുടെ നിലനില്പും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തെപ്പറ്റി മുൻപ് ചർച്ച ചെയ്തു കഴിഞ്ഞു. താപനിലയുടെ വർധന കൊണ്ട് ശരീര പ്രക്രിയകൾ ത്വരിതപ്പെടുന്നതിനാൽ ബാക്ടീരിയങ്ങളുടെ വളർച്ചയ്ക്ക് ആക്കം കൂടുന്നു. മാത്രമല്ല, ഓക്സിജൻ ഉൾക്കൊള്ളുന്നതിനാൽ അവ ശിഷ്ടങ്ങൾക്കു സംഭവിക്കുന്ന ഓക്സീകരണവും ദ്രുതഗതിയാലാവുന്നു. അങ്ങനെ ഓക്സിജൻ അതിവേഗം ക്ഷയിച്ചു പോകുന്നു. ഇപ്രകാരം വില യിത ഓക്സിജന്റെ പ്രശ്നം ഗുരുതരമാവുകയാണ്, താപനില ഉയരു മ്പോൾ.

നഗരങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള ബഹിഃസ്രാവങ്ങൾ മുഖ്യമായും അവയുൾക്കൊ ള്ളുന്ന വാഹിതമലത്തോടൊപ്പം അടുത്തുള്ള നദികളിലേക്കും ജലാശയ ങ്ങളിലേക്കുമാണ് ഒഴുക്കിവിടുന്നത്. ഇത് സ്വീകാര്യമായ നടപടിയാണ്- തനൂകരണം നടക്കുന്ന വെള്ളത്തിന്റെ അളവിനും, ഭൗതികവും രാസീ യവും ജൈവികവും മറ്റുമായ അഭിക്രിയകൾകൊണ്ട് വെള്ളത്തിൽ സംഭ വിക്കുന്ന സ്വാഭാവിക ശുദ്ധീകരണ ശക്തികൾക്കും, അനുയോജ്യമായ വിധത്തിൽ വാഹിതമല സംസ്കരണം നിർവഹിച്ചിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ. ശുദ്ധീ കരണം വായുവീകമായ ഒരു ഓക്സീകരണ പ്രക്രിയയാണ്. ഈ പ്രക്രി യകൊണ്ട് ബാക്ടീരിയങ്ങൾ സങ്കീർണമായ ജൈവദ്രവ്യങ്ങളെ നിരുപ ദ്രവ വസ്തുക്കളാക്കി മാറ്റുന്നു. താപനിലയുടെ വർധനവിലെ ഓരോ 10 ഡിഗ്രിക്കും, ജൈവികപ്രവർത്തനങ്ങൾ ഇരട്ടിയായിത്തീരുന്നു എന്നാണ് കണക്കാക്കിയിട്ടുള്ളത്. ഈ ത്വരിതപ്രവർത്തനം വിലയിത ഓക്സിജന്റെ ശേഖരത്തെയും തദനുസാരമായി ബാധിക്കുന്നു. വിലയിത ഓക്സിജൻ

ധാരാളമുണ്ടെങ്കിൽ താപനിലയുടെ ഉയർച്ച ആശാസ്യമാണ് – എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ അപ്പോൾ ശുദ്ധീകരണം കൂടുതൽ വേഗത്തിൽ സംഭവിക്കും. പക്ഷേ, ഓക്സിജൻ കുറവാണെങ്കിൽ അല്ലെങ്കിൽ അവശിഷ്ടങ്ങളുടെ ചോദനം അനുസരിച്ച് വേണ്ടത്ര ഓക്സിജൻ ഇല്ലെങ്കിൽ, ദൂഷകമായ അവസ്ഥകൾ രൂപംകൊള്ളുന്നു. ഏതായാലും ജലം തപ്തമാകുമ്പോൾ പ്ലവക സസ്യങ്ങളുടെ–പൊതുവെ എല്ലാത്തരം പ്രകാശസംശ്ലേഷക ജീവജാലങ്ങളുടെയും–വളർച്ചക്ക് ഉത്തേജനമുണ്ടാകുന്നു. ഒരു നിലയ്ക്ക്, വിലയിത ഓക്സിജന്റെ കുറവിന് ഇത് പരിഹാരം നൽകുന്നു. ഇപ്രകാരം ഉഷ്ണജലം ചില വസ്തുതകൾ വച്ചു നോക്കിയാൽ ഗുണകരമാണ്, മറ്റുപലതുകൊണ്ടും ദോഷകരമാണെങ്കിലും. വെള്ളത്തിന്റെ താപനില എത്രത്തോളം താഴ്ന്നിരിക്കുന്നുവോ (സംസ്കരണ പ്ലാന്റിലേക്ക് വിടുന്നതിനുമുമ്പ്) അത്രത്തോളം അതിന്റെ ശുദ്ധീകരണച്ചെലവ് വർധിക്കുമെന്ന വസ്തുത കൂടി ഇവിടെ ചൂണ്ടിക്കാട്ടേണ്ടതുണ്ട്. അലക്കുപണികൾക്കെല്ലാം ചൂടുവെള്ളമാണ് കൂടുതൽ അനുയോജ്യം. പക്ഷേ വെള്ളത്തിന് ചൂടുണ്ടെങ്കിൽ, മുമ്പ് വിവരിച്ചതുപോലെ, അത് ചെന്ന് ചേരുന്ന വെള്ളത്തിന് ചുവയും ദുർഗന്ധവും ഉണ്ടാകാനിടയുണ്ട്.

താപീയമലിനീകരണത്തിന്റെ നിയന്ത്രണം

താപീയ മലിനീകരണം കൊണ്ടുള്ള ദോഷങ്ങൾ അത്ര ഗുരുതരമല്ലെങ്കിലും, ഭാവിയിൽ അവ രൂക്ഷമാകാനിടയുള്ളതിനാൽ താപീയ മലിനീകരണം നിയന്ത്രിക്കേണ്ടത് ആവശ്യമാണ്. ശീതനത്തിനായി ഒരു ജലാശയത്തിൽ നിന്ന് വെള്ളം വിനിയോഗിക്കുകയും കണ്ടൻസറിൽകൂടി പ്രവഹിപ്പിക്കുകയും ചെയ്തശേഷം അതേ വെള്ളം തിരികെ ജലാശയത്തിലേക്ക് വിടുന്നതിന് ഏകാവൃത്തിശീതനം (once through cooling) എന്ന് പറയുന്നു. ഇത് കൊണ്ടുള്ള താപീയ മലിനീകരണം ലഘൂകരിക്കാൻ, ജലാശയത്തിലേക്ക് രണ്ടാമത് വെള്ളം വിടുന്നതിനുമുമ്പ് അതിലുള്ള ചൂട് ഒട്ടൊക്കെ അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് നിർഗമിക്കാനുള്ള സൗകര്യം ഉണ്ടാകേണ്ടതാണ്. ഇതിനായി പല വിദ്യുച്ഛക്തി നിലയങ്ങളിലും ശീതനടവറുകൾ സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്; ചിലേടത്ത് കൃത്രിമ തടാകങ്ങളും ശീതനത്തിനുള്ള കുളങ്ങളുമുണ്ട്.

ശീതന ടവറുകൾ (cooling towers)

വെള്ളത്തിലുള്ള താപകത്തിന്റെ ഒരംശത്തെ ശീതന ടവറുകൾ ജലബാഷ്പീകരണത്തിലൂടെ അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് നീക്കിക്കളയുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ ബാഷ്പീകരണം നടത്തുന്ന ടവറുകൾ രണ്ടു തരമുണ്ട്. (1) സ്വാഭാവിക വായുപ്രവാഹത്തെ ആസ്പദമാക്കിയുള്ളവ (natural draft towers) (2) യാന്ത്രിക വായുപ്രവാഹത്തെ ആസ്പദമാക്കിയുള്ളവ.

1. *സ്വാഭാവിക പ്രവാഹമുള്ള ടവറുകൾ*: ഇത്തരം ശീതനടവറുകളിൽ മേല്പോട്ടു പൊങ്ങിവരുന്ന വായുപ്രവാഹത്തിലൂടെ കീഴ്പോട്ട് ഉഷ്ണ ജലം ശീകരരൂപത്തിൽ പതിപ്പിക്കുന്നു. ജലബാഷ്പം അതിന്റെ ചൂട് എതിരേ വരുന്ന വായുവിലേക്ക് കൈമാറുകയും സ്വയം തണുക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇപ്രകാരം തണുത്ത വെള്ളം താഴെ സംഭരിച്ചശേഷം ജലാശ യത്തിലേക്ക് ഒഴുക്കി വിടുന്നു. ഇത്തരം സംവിധാനം സ്ഥാപിക്കാനും പ്രവർത്തിപ്പിക്കാനും വളരെ ചെലവുണ്ട്.

2. *യാന്ത്രിക പ്രവാഹമുള്ള ടവറുകൾ*: ഇത്തരം ശീതനടവറുകളിൽ ഫാനുകൾ ഉപയോഗിച്ച് വായുപ്രവാഹം കൃത്രിമമായി സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ജലാശയത്തിലേക്ക് ഒഴുകിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഘട്ടത്തിൽ ഉഷ്ണജലത്തെ ഈ കാറ്റുകൊണ്ട് തണുപ്പിക്കുന്നു. ഇത് അത്ര സ്വീകാര്യമായ മാർഗ മായി കരുതപ്പെടുന്നില്ല-പ്രവർത്തനച്ചെലവ് വളരെ കൂടുന്നതുകൊണ്ടും ഫാനുകളുടെ പ്രവർത്തനം കൊണ്ടുള്ള ശബ്ദശല്യം കാരണവും.

മേല്പറഞ്ഞ ശീതനടവറുകൾ വെള്ളത്തിന്റെ താപനില സാധാരണ മായി 10 ഡിഗ്രിയോളമോ അതിലധികമോ താഴ്ത്തുന്നതിന് പര്യാപ്തമാ കുന്നു. പക്ഷേ ഈ പ്രക്രിയയിൽ വെള്ളത്തിന്റെ രണ്ടു ശതമാനമോ അതി ലധികമോ ബാഷ്പീകരണം കൊണ്ടു നഷ്ടപ്പെടുന്നുണ്ട്. ബാഷ്പീകര ണത്തെ ആസ്പദമാക്കിയുള്ള ശീതനടവറുകൾക്കുള്ള ഒരു ന്യൂനത അവ ചില അന്തരീക്ഷ സാഹചര്യങ്ങളിലും താപനിലയിലും മൂടൽമഞ്ഞ് സൃഷ്ടി ക്കാൻ കാരണമാകുന്നു എന്നതാണ്.

ബാഷ്പീകരണമുള്ള ടവറുകൾ ഉള്ളതുപോലെ, ബാഷ്പീകരണമി ല്ലാത്ത ടവറുകളും ഉണ്ട്. ഇവയിൽ താപവിനിമയോപാധികളുടെ ചൂട് വായുവിലേയ്ക്ക് നേരിട്ട് നീക്കിക്കളയുന്നു. പക്ഷേ ഇവയ്ക്ക് ചെലവ് കൂടു തലായതിനാൽ, മുൻഗണന നൽകാവുന്ന മട്ടിലുള്ള മെച്ചമില്ല.

കൃത്രിമമായ തടാകങ്ങളും ശീതനവാപികളും

ചൂടായ വെള്ളം ശീതീകരിക്കുന്നതിനുവേണ്ടി നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്ന കൃത്രി മജലാശയങ്ങളാണിവ. തപ്തമായ ബഹിഃസ്രാവങ്ങൾ തടാകത്തിന്റെ ഒര റ്റത്ത് വീഴ്ത്തുകയും, ശീതീകരണത്തിന് വേണ്ട ജലം മറ്റേ അറ്റത്ത് നിന്ന് വലിച്ചെടുക്കുകയും ചെയ്യുന്ന സമ്പ്രദായം ഇവയിൽ സ്വീകരിക്കപ്പെടുന്നു. താപനിർമ്മാർജനം ബാഷ്പീകരണത്തിലൂടെയായതിനാൽ വെള്ളത്തിന്റെ കുറവ് നികത്താൻ ഈ ശീതനവാപികളിൽ കൂടെക്കൂടെ വെള്ളം നിറയ് ക്കേണ്ടിവരും.

ഉപസംഹാരം

നമ്മുടെ ഭാവിതലമുറകൾക്ക്, വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ഉപഭോഗവർധനയനുസ

രിച്ച്, വൈദ്യുതോല്പാദനം കൂടുതലായി ആവശ്യമായി വരാനിടയുള്ളതിനാൽ താപീയമലിനീകരണപ്രശ്നങ്ങൾ അതിവേഗം പെരുകുവാനാണ് സാധ്യത. അതുകൊണ്ട് വൈദ്യുതനിലയങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനശേഷി ഉചിതമായ രീതിയിൽ പരിഷ്കരിച്ച് താപീയ മലിനീകരണം ഉയർത്തുന്ന പ്രശ്നങ്ങൾക്ക് പരിഹാരം കാണേണ്ടതുണ്ട്.

7

ശബ്ദമലിനീകരണം

ശബ്ദം ജീവിതത്തിന്റെ സ്വാഭാവികമായ ഒരു ഘടകമാണ്. മനുഷ്യന്റെ പരിസ്ഥിതിയിലെ ഏറ്റവും ഫലപ്രദമായ അലാറസംവിധാനമാണ് ശബ്ദ ങ്ങൾ പ്രതിനിധാനം ചെയ്യുന്നത് എന്ന് പറയാറുണ്ട്. അനാവശ്യമോ, ശ്രവ ണസുഭഗമല്ലാത്തതോ ആയ നാദത്തെയാണ് ശബ്ദം (ഒച്ച) എന്ന പദം കൊണ്ട് നിർദേശിക്കുന്നത്. ആർണേ വെസിലിൻഡിന്റെ അഭിപ്രായമനു സരിച്ച് നമ്മുടെ സംസ്കാരത്തിന്റെ ഒരു സഹജലക്ഷണമാണിത്- എപ്പോഴും നാം ഒഴിച്ചുനിർത്താൻ ആഗ്രഹിക്കുന്ന ഒന്ന്. തന്മാത്രകളുടെ കമ്പനം കൊണ്ടാണ് ശബ്ദം ഉണ്ടാകുന്നത്. ദ്രാവകങ്ങളിലും ഖരവസ്തു ക്കളിലും ആവർത്തകമായ യാന്ത്രികക്ഷോഭങ്ങളായി അത് പ്രത്യക്ഷപ്പെ ടുന്നു. കമ്പനമുണ്ടാകുന്ന പ്രതലങ്ങളിൽ നിന്നും വാതകങ്ങളിൽ നിന്നും പുറപ്പെട്ട് ശബ്ദം ചുറ്റുപാടും പരക്കുന്നു. യന്ത്രങ്ങളുടെ കുതിരശക്തി കൂടുതലായിരിക്കുമ്പോഴും രേചകങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള വാതകങ്ങളുടെ പ്രവാ ഹവേഗം കൂടുമ്പോഴും ശബ്ദത്തിന്റെ തീവ്രത അതിവേഗം വർധിക്കുന്നു. ശബ്ദം സഞ്ചരിക്കുന്നത് മർദതരംഗങ്ങളായിട്ടാണ്. ശബ്ദ തീവ്രത അള ക്കുന്നത് രണ്ട് ഘടകങ്ങളെ ആസ്പദമാക്കിയിട്ടാണ്. (1) ശബ്ദത്തിന്റെ താരത്വം നിർണയിക്കുന്ന തരംഗാവൃത്തി. (2) ഉച്ചതയുടെ മാനദണ്ഡ മായ ആയാമം (amplitude) അഥവാ പരിമാണം. ഒരു സെക്കൻഡിൽ എത്ര ആവർത്തനമുണ്ടോ അതിന്റെ സംഖ്യയാണ് cycles per second. ഇതാണ് ആവൃത്തിയെ കുറിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ശബ്ദതീവ്രതയുടെ ഏക കത്തിന് ഡെസിബെൽ (decibel-ചുരുക്കത്തിൽ dB) എന്നു പേർ.

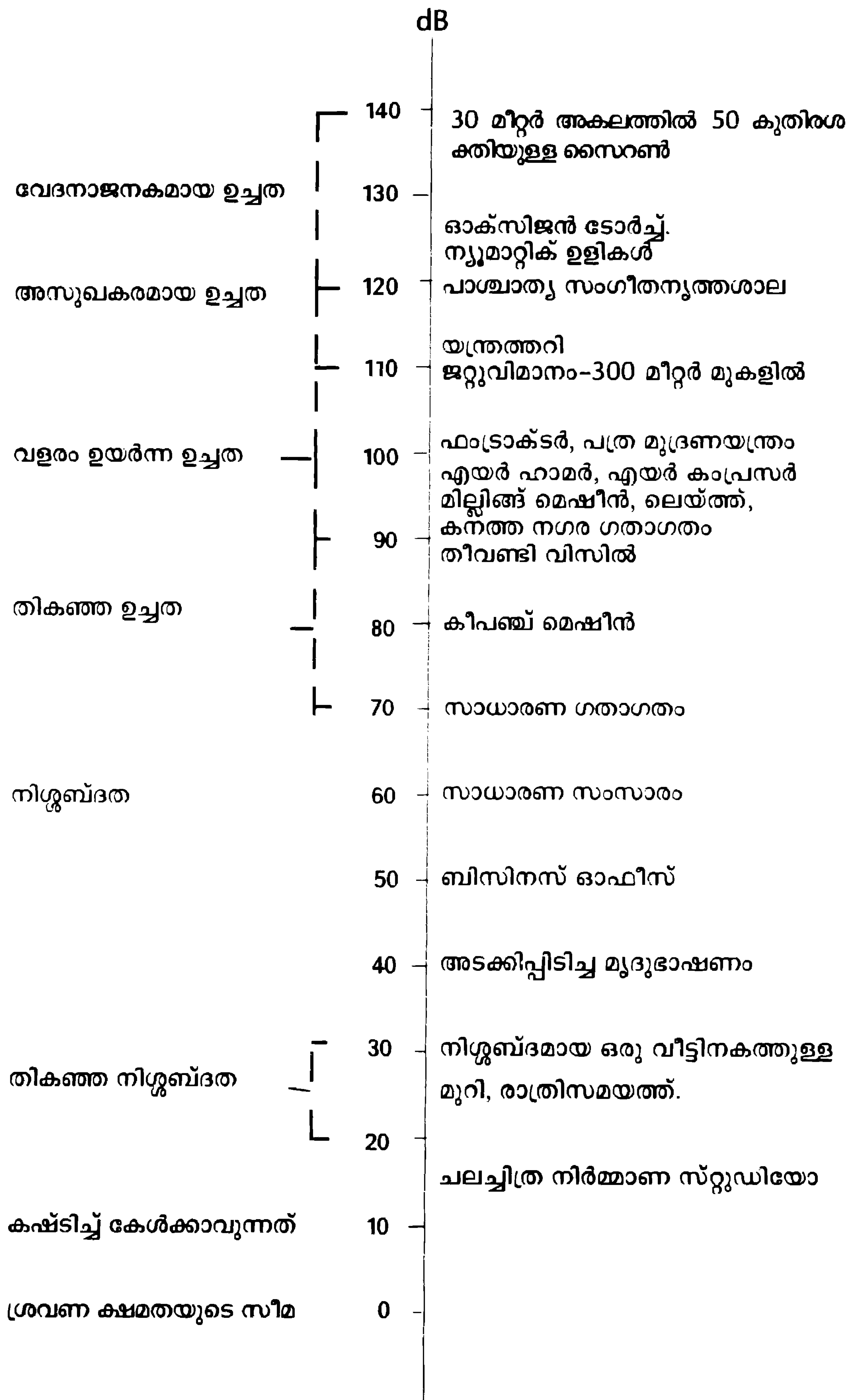
മനുഷ്യകൃതമായ ശബ്ദം ഉത്ഭവിക്കുന്നത് മുഖ്യമായും വ്യവസായ ശാലകളിൽ നിന്നും വാഹനഗതാഗതത്തിൽ നിന്നുമാകുന്നു. ഉച്ചഭാഷി ണികളുപയോഗിച്ച് പ്രസരിപ്പിക്കുന്ന പാട്ടുകളുടെ ഉച്ചതയും ചിലപ്പോൾ ഗുരുതരമായ തോതിലാണ്. ആധുനികസംസ്കാരം കൂടുതൽ കൂടുതലായി ശബ്ദകോലാഹലം സൃഷ്ടിച്ചു വരുകയാണ്. അതിനാൽ ശബ്ദം ഇപ്പോൾ

പ്രമുഖമായ ഒരു പരിസ്ഥിതി സംദൂഷകമായിരിക്കുന്നു. ഫാക്ടറികളിലും ആസ്പത്രികളിലും കെട്ടിടനിർമ്മാണമുള്ള സ്ഥലങ്ങളിലും ഗ്രാമങ്ങ ളിൽത്തന്നെയും ശബ്ദം വർധിച്ചിരിക്കയാണ്. വ്യവസായശാലകളിൽ പണ്ട ത്തേക്കാൾ ശക്തി വളരെ കൂടിയ യന്ത്രങ്ങളാണ് ഉപയോഗിച്ചു വരുന്നത്. അതിനാൽ വ്യവസായശാലകളിൽ ജോലി ചെയ്യുന്നവർക്ക് അവിടെയുള്ള ശബ്ദം കൊണ്ട് ബധിരത സംഭവിക്കാമെന്നുള്ള അപകടാവസ്ഥയുണ്ട്. വ്യാവസായികശബ്ദങ്ങൾ പ്രത്യേകിച്ചും യാന്ത്രികമായ അറക്കവാളുകൾ, ന്യൂമാറ്റിക്ക് ഡ്രില്ലുകൾ എന്നിവ ഉത്പാദിപ്പിക്കുന്ന ശബ്ദങ്ങൾ-അസ ഹ്യവും പൊതുജനങ്ങൾക്ക് ശല്യവുമാണ്.

എന്നാൽ ശബ്ദത്തിന്റെ മുഖ്യമായ ഭീഷണി ഉയരുന്നത് വാഹനഗതാ ഗതത്തിൽ നിന്നാണ്. നിരത്തുകളിൽ വാഹനങ്ങളുടെ—പ്രത്യേകിച്ച് ഡീസൽ എൻജിൻ ഘടിപ്പിച്ച വാഹനങ്ങളുടെ-എണ്ണം ഭീമമായ തോതിൽ വർധിച്ചിരിക്കുന്നു. കൂടിയവലിപ്പവും വർധിച്ച വേഗവുമുള്ള വിമാനങ്ങൾ ഇപ്പോൾ നിർമ്മിക്കപ്പെട്ടു വരുന്നു. ആർക്കും തന്റെ പരിസരത്ത് ഒരു വിമാ നത്താവളമുണ്ടാകുന്നത് ഇഷ്ടമാവാത്ത വിധത്തിൽ വിമാനഗതാഗത ത്തിന്റെ തിരക്ക് അത്ര വർധിച്ചിരിക്കയാണിന്ന്. ചില വിമാനങ്ങൾ പറക്കു മ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന ശബ്ദത്തിന്റെ മുഖ്യമായ ഒരു പ്രത്യേകത ധ്വനിമുഴ ക്കമാണ് (sonic boom). കോൺകോഡ് (concorde) പോലെയുള്ള വിമാന ങ്ങൾ മുകളിൽ കൂടി ശബ്ദാധികവേഗത്തിൽ പോകുമ്പോൾ ഈ മുഴക്ക മുണ്ടാകുന്നു. ചിലപ്പോൾ ഇത് കൊണ്ട് പെട്ടെന്ന് വായുവിലുണ്ടാകുന്ന ക്ഷോഭം മൂലം വസ്തുവകകൾക്ക് നാശവും മൃഗങ്ങൾക്ക് ഭീതിയും സംഭ വിക്കുന്നു. മനുഷ്യർക്ക് പരിഭ്രമത്തിനും ഇത് കാരണമാകാറുണ്ട്. ഇപ്ര കാരം നിരത്തുകളിലുള്ള വാഹനങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള ശബ്ദത്തേക്കാളധികം ശല്യമുണ്ടാക്കുന്നത് വിമാനങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള ശബ്ദമാണ്.

നിരത്തു ഗതാഗതത്തെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം, ഭാരമേറിയ ഡീസൽ വാഹനങ്ങളിൽ നിന്നും, മോട്ടോർ സൈക്കിളുകളിൽ നിന്നുമുണ്ടാകുന്ന ശബ്ദമാണ് ഏറ്റവും കഠോരമായത്. ഇത് പരിസ്ഥിതിയെ പ്രതികൂലമായി ബാധിക്കുന്ന ഒരു ഘടകമായി മിക്ക ആളുകളും കരുതുന്നു.

മാനുഷിക പരിസ്ഥിതിയിൽ സംഭവിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുന്ന വിവിധശ ബ്ദങ്ങളുടെ മട്ടും വിതരണവും, കൂടുതൽ ഈ വിഷയത്തെക്കുറിച്ചുള്ള അറിവിനുവേണ്ടി, താഴെ പട്ടികയിൽ കൊടുക്കുന്നു.


dB
140
30 മീറ്റർ അകലത്തിൽ 50 കുതിരശ ക്തിയുള്ള സൈറൺ
വേദനാജനകമായ ഉച്ചത
130
ഓക്സിജൻ ടോർച്ച്.
ന്യൂമാറ്റിക് ഉളികൾ
അസുഖകരമായ ഉച്ചത
120
പാശ്ചാത്യ സംഗീതനൃത്തശാല
യന്ത്രത്തറി
110
ജറ്റുവിമാനം-300 മീറ്റർ മുകളിൽ
ഫംട്രാക്ടർ, പത്ര മുദ്രണയന്ത്രം
വളരം ഉയർന്ന ഉച്ചത
100
എയർ ഹാമർ, എയർ കംപ്രസർ
മില്ലിങ്ങ് മെഷീൻ, ലെയ്ത്ത്,
കനത്ത നഗര ഗതാഗതം
90
തീവണ്ടി വിസിൽ
തികഞ്ഞ ഉച്ചത
80
കീപഞ്ച് മെഷീൻ
70
സാധാരണ ഗതാഗതം
നിശ്ശബ്ദത
60
സാധാരണ സംസാരം
50
ബിസിനസ് ഓഫീസ്
40
അടക്കിപ്പിടിച്ച മൃദുഭാഷണം
30
നിശ്ശബ്ദമായ ഒരു വീട്ടിനകത്തുള്ള മുറി, രാത്രിസമയത്ത്.
തികഞ്ഞ നിശ്ശബ്ദത
20
ചലച്ചിത്ര നിർമ്മാണ സ്റ്റുഡിയോ
കഷ്ടിച്ച് കേൾക്കാവുന്നത്
10
ശ്രവണ ക്ഷമതയുടെ സീമ
0

ശബ്ദമലിനീകരണത്തിന്റെ ഫലങ്ങൾ

ശബ്ദമലിനീകരണം ആരോഗ്യത്തെ പല തരത്തിൽ ബാധിക്കുന്നു. പെട്ടെന്നുണ്ടാകുന്നതും ഗുരുതരവുമായ ദോഷം ശ്രവണവ്യൂഹത്തിലെ ഏതെങ്കിലും ഭാഗത്തിന് ഹാനി സംഭവിക്കുന്നതുമൂലമുളവാകുന്ന കേൾവിക്കുറവാണ്. സ്ഫോടനാത്മകശബ്ദങ്ങൾ കൂടുതൽ ഹാനികരമാകുന്നു. അവ തുടർച്ചയായ ശബ്ദങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് കേൾവിക്ക് പെട്ടെന്ന് ക്ഷയമുണ്ടാക്കുന്നു. അത്യുച്ചത്തിലുള്ള ശബ്ദങ്ങൾ ശ്രവണപുടത്തിന് സാരമായ ക്ഷതം വരുത്തിയേക്കാം. ഇതിനേക്കാൾ ഗുരുതരമായ ദോഷം ശബ്ദമലിനീകരണം കൊണ്ട് ആന്തരകർണത്തിലുള്ള ലോമിക കോശങ്ങൾക്ക് സ്ഥായിയായ വൈകല്യമുണ്ടാകുന്നു എന്നതാണ്. ചില ആവൃത്തികൾ പ്രത്യേകതരത്തിൽ സമ്മേളിച്ചുണ്ടാകുന്ന ശബ്ദങ്ങൾ ദീർഘകാലം കേട്ടുകൊണ്ടിരുന്നാൽ താൽക്കാലികമോ സ്ഥിരമോ ആയ ബാധിര്യവും സംഭവിക്കാനിടയുണ്ട്. ശ്രവണക്ഷമത നശിക്കുന്നതിന് ശബ്ദങ്ങൾ കാരണമാകാമെങ്കിലും അതിന്റെ മുഴുവനും ഉത്തരവാദിത്വം ശബ്ദങ്ങൾക്ക് കല്പിച്ചുകൂടാ. പാരിസ്ഥിതികമായ ക്ഷതമില്ലെങ്കിലും പ്രായാധിക്യം കൊണ്ടു തന്നെ കേൾവിക്കുറവ് വരാറുണ്ട്.

ഹൃദയസംവഹന സംബന്ധിയായ ശരീരപ്രവർത്തനങ്ങൾക്കും ശബ്ദത്തിന്റെ ഫലമായി ഹാനി സംഭവിക്കുന്നു. മെരിയുടെ (Mery) അഭിപ്രായത്തിൽ (1968) ശബ്ദം ഹൃദയസ്പന്ദനത്തിന്റെ നിരക്കിനെ ബാധിക്കുവാൻ പര്യാപ്തമാണ്. ശബ്ദത്തിന്റെ തരമനുസരിച്ച് ഹൃദയമിടിപ്പ് കൂടുകയോ കുറയുകയോ ചെയ്യാം. ക്രൈറ്ററുടെ (Kryter) അഭിപ്രായത്തിൽ (1970) ഹൃദയത്തിൽനിന്നുള്ള രക്തപ്രവാഹത്തിന് കുറവ്, ധമനികളിലെ രക്തമർദത്തിന് ഏറ്റക്കുറച്ചിലുകൾ, പരിധീയരക്തവാഹികൾക്ക് സങ്കീർണനം (constriction)* എന്നിവ ശബ്ദത്തിന്റെ ഫലമായി സംഭവിക്കുന്നു. അമിതമായ ശബ്ദങ്ങൾ കൊണ്ട് രക്തത്തിന്റെ സാന്ദ്രത വർധിക്കുമെന്നും റിപ്പോർട്ട് ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. സ്ഫോടനാത്മകമായ ശബ്ദം ശ്വാസോച്ഛ്വാസത്തിന്റെ ആയാമം ചുരുക്കുന്നു. ശബ്ദപ്രഭാവം രക്തത്തിലും മറ്റ് ശരീരദ്രവങ്ങളിലും സൃഷ്ടിക്കുന്ന പരിണാമങ്ങൾ കാരണം ഈസിനോഫീലിയ (Eosinophilia), ഹൈപർഗ്ലൈസീമിയ (hyperglycemia), ഹൈപോകലീമിയ (hypokalaemia), ഹൈപോഗ്ലൈസീമിയ (hypoglycaemia) എന്നീ രോഗങ്ങളും ഉണ്ടാകാറുണ്ട്.

ശബ്ദശ്രവണത്തിന്റെ നേരിട്ടുള്ള പ്രതികരണങ്ങളിലൊന്നായ

* രക്തവാഹികളുടെ സങ്കീർണനം (Vasoconstriction): ശരീരത്തിലുള്ള ചെറിയ രക്തക്കുഴലുകൾ സങ്കോചിക്കുകയും അതുകൊണ്ട് ചോരയോട്ടം മന്ദീഭവിക്കുകയും ചെയ്യുന്ന ശാരീരികവികാരം. അല്പസമയം മാത്രം നിലനിൽക്കുന്ന ശബ്ദമായാലും ഈ പ്രഭാവം ഒട്ടേറെ മിനിട്ടുകളോളം, ശബ്ദം നിലച്ചതിനുശേഷവും തുടരുന്നു.

'ഞെട്ടൽ' എന്ന പ്രതിഭാസത്തെപ്പറ്റിയും പ്രസ്താവിക്കേണ്ടതുണ്ട്. പെട്ടെന്ന് അത്യുച്ചത്തിൽ ഒരു ശബ്ദമുണ്ടാകുമ്പോഴാണ് നാം ഞെട്ടുന്നത്. ഇത് നാഡീവ്യൂഹത്തെ ബാധിക്കുകയും ശാരീരികമായ ചലന ക്ഷമതയെ ദുർബലമാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ശബ്ദമലിനീകരണത്തിന് നമ്മുടെ ദൃഷ്ടി വ്യൂഹവും ഇരയായിത്തീരുന്നു എന്നത് വിചിത്രമായ ഒരു വസ്തുതയാണ്. കൃഷ്ണമണിയുടെ വികാസം, രാക്കാഴ്ചയുടെ കുറവ്, നിറങ്ങൾ തിരിച്ചറിയുന്നതിന് മന്ദത മുതലായവ ശബ്ദം കൊണ്ടുള്ള ദോഷഫലങ്ങളിൽ ചിലതാണ്.

ശബ്ദം ഒരു ശല്യമെന്നതിന് പുറമേ ഉത്തേജകവുമായതിനാൽ നിദ്രാഭംഗത്തിനും കർമ്മശേഷിക്കുറവിനും കാരണമായിത്തീരുന്നു. എന്നാൽ ശബ്ദത്തിന്റെ തീവ്രത, അവധി, ആവൃത്തിവിതരണം മുതലായ ഘടകങ്ങളനുസരിച്ച് ശബ്ദം കർമ്മശേഷിയെ മെച്ചപ്പെടുത്തുകയോ ക്ഷയിപ്പിക്കുകയോ ചെയ്തേക്കാമെന്ന് റിപ്പോർട്ട് ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ശബ്ദം ബാധിക്കുന്നതു സ്വശാസിതനാഡീവ്യൂഹത്തെയായതിനാൽ, വാച്ച് റിപ്പയറിങ് മുതലായ സൂക്ഷ്മജോലികൾ ചെയ്യുന്നവർക്കു പ്രത്യേകിച്ചും അതു ശല്യമാകുന്നു. ഇതിന് പുറമെ തലവേദനക്കും ഉത്തേജനശീലതക്കും കൂടി ശബ്ദം നിദാനമാകുന്നതിനാൽ, മികച്ച വൈദഗ്ധ്യം ആവശ്യമുള്ള പ്രവൃത്തികൾ നിർവഹിക്കുന്നതിന് പ്രയാസം നേരിടുകയും ചെയ്യുന്നു.

ശബ്ദമലിനീകരണത്തിന്റെ നിവാരണവും നിയന്ത്രണവും

പൊതുജനങ്ങളെ ഏറ്റവും അലട്ടുന്ന ഒരു പ്രശ്നമാണ് ശബ്ദമലിനീകരണം. അതിനാൽ അതിന്റെ നിവാരണത്തിനും നിയന്ത്രണത്തിനും ഉചിതമായ നടപടികളെടുക്കേണ്ടത് അത്യാവശ്യമാകുന്നു. ചില നിവാരണമാർഗങ്ങൾ താഴെ വിവരിക്കുന്നു.

വ്യാവസായിക ശബ്ദനിയന്ത്രണം

വ്യാവസായികശബ്ദനിയന്ത്രണത്തിൽ സ്വീകരിക്കേണ്ട നടപടികൾ താഴെ പറയുന്നവയാണ്.

1. *ശബ്ദത്തെ സ്രോതസ്സിൽവെച്ചു തന്നെ ലഘൂകരിക്കൽ*:

ഇതിനായി, ശബ്ദമുണ്ടാക്കുന്ന യന്ത്രങ്ങളെയും ഉപകരണങ്ങളെയും മാറ്റി അവയ്ക്ക് പകരം ശബ്ദരഹിതമായ ഉപായങ്ങൾ ഏർപ്പെടുത്താവുന്നതാണ്. ഉദാഹരണമായി ഒരു പങ്കയുടെ ശബ്ദം ലഘൂകരിക്കുവാൻ അതിന്റെ ബ്ലേഡുകളുടെ എണ്ണം കൂട്ടുകയും കാറ്റിനു കുറവു വരാത്ത വിധത്തിൽ ഭ്രമണവേഗം കുറയ്ക്കുകയും ചെയ്യാം.

2. *ശബ്ദരോധനം:* ശബ്ദമുണ്ടാകുന്ന യന്ത്രങ്ങളും ഉപകരണങ്ങളും ശബ്ദരോധക വസ്തുക്കൾകൊണ്ട് പൊതിയുക.

3. *സംരക്ഷണോപായങ്ങൾ സ്വീകരിക്കുക*: ഉദാഹരണമായി ശബ്ദശല്യത്തിന് വിധേയനാകുന്ന ജോലിക്കാരനു ചെവിമൂടികൾ ഉപയോഗിക്കാം.
4. വായുവിൽകൂടിയോ ഖരവസ്തുക്കളിൽകൂടിയോ ശബ്ദം പ്രസരിക്കുന്നത് തടയുന്നതിനുള്ള ധ്വനിമണ്ഡലം (acoustic zoning).

സംഘജശബ്ദനിയന്ത്രണം (community noise control)

വായുഗതാഗതം, റോഡുഗതാഗതം, നിർമ്മാണജോലികൾ എന്നിവയിൽനിന്നുള്ള ശബ്ദങ്ങൾ സംഘജശബ്ദത്തിന്റെ വകുപ്പിൽപെടുന്നു. ശബ്ദങ്ങളുടെ ഉച്ചതയെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന നിയമങ്ങൾ ബ്രിട്ടീഷ് ഗവൺമെന്റ് പാസ്സാക്കിയിട്ടുണ്ട്. വിമാനസർവീസുകൾക്ക് ഈ വിഷയത്തിൽ അന്താരാഷ്ട്ര നിയമങ്ങൾ ബാധകമാണ്. ശബ്ദത്തെ സംബന്ധിക്കുന്ന ഒരു ഉപദേശക സമിതി(noise advisory council)യും സ്ഥാപിതമായിരിക്കുന്നു. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ ഫെഡറൽ ഏവിയേഷൻ അഡ്മിനിസ്ട്രേഷൻ വിമാനയന്ത്രങ്ങളിൽ നിന്നുണ്ടാകാവുന്ന ശബ്ദത്തിന് ചില പരിധികൾ നിർണയിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇതുമൂലം ശബ്ദം കുറഞ്ഞ എഞ്ചിനുകൾ രൂപകല്പന ചെയ്തുനിർമ്മിക്കാൻ കമ്പനികൾ നിർബന്ധിതരാവുന്നു. ധ്വനിമുഴക്കത്തെപ്പറ്റി ഒരു അന്താരാഷ്ട്രധാരണ ഇനിയും രൂപപ്പെട്ടുവരേണ്ടതുണ്ട്.

ഏറ്റവും വ്യാപകമായി ശല്യപ്പെടുത്തുന്ന ഒന്നാണ് റോഡുഗതാഗതം സൃഷ്ടിക്കുന്ന ശബ്ദം. വാഹനശബ്ദങ്ങൾ പല തരത്തിൽപ്പെടുന്നു. (1) രേചകശബ്ദം (2) യന്ത്രത്തിന്റെ ആവാഹനശബ്ദം (3) ടയറിന്റെ ശബ്ദം (4) ഏറോഡൈനാമിക്ശബ്ദം. ശബ്ദം കുറഞ്ഞ ഡീസൽയന്ത്രങ്ങൾ വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത് വാഹനശബ്ദങ്ങൾ ലഘൂകരിക്കാനുള്ള ഗവേഷണയത്നങ്ങൾ നടന്നുവരുന്നു. ശബ്ദശല്യം ഒഴിവാക്കുവാനുള്ള മറ്റൊരുപായം ആൾപ്പാർപ്പു കുറവായിട്ടുള്ള പ്രദേശങ്ങളിൽകൂടി രാജപാതകൾ മാറ്റിനിർമ്മിക്കുക എന്നതാണ്. ഭിത്തികളുംമറ്റും നിർമ്മിച്ച് തടസ്സമുണ്ടാക്കി ശബ്ദത്തെ ഒതുക്കിനിർത്തുന്ന രീതികളും സ്വീകരിക്കാം. വാഹനങ്ങളുടെ ഗതിവേഗം പരിമിതപ്പെടുത്തുക, സ്റ്റോപ്പുകളില്ലാതെ ഓടിപ്പിക്കുന്ന സംവിധാനങ്ങളുണ്ടാക്കുക എന്നിങ്ങനെ ഗതാഗതനിയന്ത്രണച്ചട്ടങ്ങളുടെ ഭേദഗതികൾകൊണ്ട് ശബ്ദമലിനീകരണം ലഘൂകരിക്കുവാൻ നാലാമതൊരു മാർഗവുമുണ്ട്.

മറ്റുതരത്തിലുള്ള ശബ്ദങ്ങളുടെ നിയന്ത്രണം

ഇത്തരം ശബ്ദങ്ങളെ ആവരണോപാധികൾകൊണ്ട് ലഘൂകരിക്കാം. നമ്മുടെ ഗാർഹികപരിസ്ഥിതിയിലും പലതരം ശബ്ദങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്. ഉദാഹരണമായി ശുചീകരണം, പ്രക്ഷാളനം, ടോയ്‌ലറ്റ് ഫ്ളെഷിങ്ങ്, റേഡിയോ, ടെലിവിഷൻ, കളികൾ, ചപ്പുചവറുകളുടെ നിക്ഷേപണം മുതലായവ 75 dB മുതൽ 120 dB വരെ ശക്തിയുള്ള ശബ്ദങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പി

ക്കുന്നു. ഇവയിൽ പലതും വീടുകളിലുള്ളവർ തന്നെ ശ്രദ്ധിച്ചാൽ നിയന്ത്രിക്കാവുന്നതാണ്. നിർമ്മാണപ്രവർത്തനങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്ന ശബ്ദങ്ങൾ നിയന്ത്രിക്കുവാൻ തദ്ദേശീയനിയമങ്ങൾ തന്നെ ആവശ്യമാണ്. നഗരങ്ങളുടെയും ഗ്രാമങ്ങളുടെയും ഉചിതമായ പ്ലാനിങ്ങിലൂടെയും ശബ്ദവ്യാപനം കുറയ്ക്കുവാൻ സാധിക്കും.

ഉപസംഹാരം

ശബ്ദമലിനീകരണം പെട്ടെന്ന് സംഭവിച്ചിട്ടുള്ളതല്ലെന്നും ഏറെക്കാലമായി നിലനിൽക്കുന്നതാണെന്നും മേല്പറഞ്ഞ വസ്തുതകളിൽ നിന്നു വ്യക്തമാണല്ലോ. പക്ഷേ ഈ പ്രശ്നത്തിന് ഇനിയും നമ്മൾ വേണ്ടത്ര പരിഗണന നൽകിയിട്ടില്ലെന്നു പറയേണ്ടിയിരിക്കുന്നു.

8

പരിസ്ഥിതിമലിനീകരണത്തിന്റെ പ്രഭാവങ്ങൾ

മലിനീകരണത്തിന്റെ പ്രഭാവങ്ങൾ അനേകമാണ്, വിവിധവുമാണ്. ഇനിയും ധാരാളം കണ്ടെത്തേണ്ടതുമുണ്ടാകും. താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന വിധത്തിൽ തരംതിരിച്ച്, ഇതേവരെ അറിയപ്പെട്ടിട്ടുള്ള പ്രഭാവങ്ങളെ വിവരിക്കാവുന്നതാണ്.

1. മനുഷ്യരിലുള്ള പ്രഭാവങ്ങൾ
2. മൃഗങ്ങളിലുള്ള പ്രഭാവങ്ങൾ
3. സസ്യങ്ങളിലുള്ള പ്രഭാവങ്ങൾ
4. പദാർഥങ്ങളിലുണ്ടാകുന്ന പ്രഭാവങ്ങൾ
5. ആഗോളതലത്തിലുള്ള പ്രഭാവങ്ങൾ

മനുഷ്യരിലുള്ള പ്രഭാവങ്ങൾ

മനുഷ്യർ സ്വന്തം ആരോഗ്യത്തിന് മാലിന്യകാരകങ്ങൾ നേരിട്ടുതന്നെ എന്തെല്ലാം ദോഷങ്ങൾ വരുത്തിവയ്ക്കുന്നു എന്ന പ്രശ്നത്തെപ്പറ്റിയാണ് ഏറ്റവുമധികം വ്യാകുലപ്പെടുന്നത്. എന്നാൽ പല മാലിന്യകാരകങ്ങളും മനുഷ്യർക്കു ഗുണകരമാണ് എന്ന് മാത്രമല്ല അത്യാവശ്യവുമാണ്. അവ വിഷാലുക്കളായിത്തീരുന്നുണ്ട്, അളവോ മാത്രയോ അത്ര അധികമായാൽ. മലിനീകരണത്തിന്റെ ചില പ്രഭാവങ്ങൾ മനുഷ്യർക്കു ഹാനികരമാണ് എന്നതും വളരെ വ്യക്തമാണ്. മാലിന്യകാരകങ്ങളുടെ തരങ്ങൾ താഴെ കൊടുക്കുന്നു. (1) വാതകീയ മാലിന്യകാരകങ്ങൾ (2) ലോഹിക മാലിന്യകാരകങ്ങൾ (3) കീടനാശിനികൾ (4) കാർബണികവും അകാർബണികവുമായ വിഷാലുസംയുക്തങ്ങൾ (5) അർബുദകാരികൾ (6) ജനിതകപരിണാമകാരികൾ (7) വൈരൂപ്യകാരികൾ (8) റേഡിയോ പ്രസരമുള്ള വസ്തുക്കൾ (9) ജൈവിക സംദൂഷകങ്ങൾ. ഇവയുടെ പ്രഭാവങ്ങളെപ്പറ്റി യഥാസ്ഥാനം ചർച്ചചെയ്തിട്ടുണ്ടെങ്കിലും, അവയുടെ ഒരു സംഗ്രഹരൂപം, വിഷയത്തെപ്പറ്റി സമഗ്രമായ ധാരണ നൽകുന്നതിനുവേണ്ടി, ഈ

അധ്യായത്തിൽ അവതരിപ്പിക്കുന്നു.

വാതകീയ മലിനീകരണം

വിഷശക്തിയുള്ള വാതകങ്ങളുടെ കൂട്ടത്തിൽ പെടുന്നവയാണ് കാർബൺ മോണോക്സൈഡ്, സൾഫർഡയോക്സൈഡ്, മോട്ടോർ വാഹനങ്ങളുടെ രേചകത്തിൽ നിന്നു വമിക്കുന്ന വാതകങ്ങൾ എന്നിവ. ഇവ ആരോഗ്യത്തിന് സൃഷ്ടിക്കുന്ന ഹാനികൾ ഈ പറയുന്നവയാണ്:

(i) കഠിനമായ രോഗാവസ്ഥ–ചിലപ്പോൾ മരണത്തിൽ തന്നെ കലാശിക്കുന്നത്.

(ii) വിട്ടുമാറാത്ത ശ്വാസനിവീക്കം, കാസരോഗം, പൾമനറി എംഫിസീമ (Pulmonary emphysema).

(iii) പൊതുവായ അസ്വസ്ഥത; നാഡികൾക്ക് തകരാറ്; കണ്ണെരിച്ചിൽ; രൂക്ഷഗന്ധങ്ങളോടുള്ള, അസുഖകരമായ, പ്രതിപ്ര



ഭാവി

വർത്തനം മുതലായി പൊതുവെ പല പന്തികേടുകളും ശരീര വികാരങ്ങളും.

ലോഹിക സംദൂഷകങ്ങൾ

ലോഹങ്ങൾ: നശീകരണക്ഷമമല്ലാത്ത ഈ വിഷവസ്തുക്കൾ പരിസ്ഥിതിയിൽ വ്യാപകമായിട്ടുണ്ട്. ഭൂവൽക്കത്തിലുള്ള പാറകളിൽ നിന്നും മണ്ണിൽ നിന്നും കാറ്റും മഴയും ലോഹങ്ങളെ വേർപെടുത്തി നദികളിലും സമുദ്രങ്ങളിലും നിക്ഷേപിക്കുന്നു. ഇതിനുപുറമെ വ്യാവസായിക പ്രവർത്തനങ്ങൾ ഇവയെ പരിസ്ഥിതിയിലെമ്പാടും പരത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. ലോഹങ്ങളിൽ മിക്കതും ജീവികൾക്ക് വിഷമാണ്. ചിലത് സസ്യങ്ങളുടെയും ജന്തുക്കളുടെയും സുസ്ഥിതിക്ക് അത്യാവശ്യവുമാകുന്നു. ലോഹങ്ങളിൽവച്ച് ആർസെനിക്ക്, ബേരിയം, ബെറീലിയം, കാഡ്മിയം, ക്രോമിയം കൊബാൾട്ട്, ചെമ്പ്, കറുത്തീയം, മാംഗനീസ്, മെർക്കുറി എന്നിവക്കാണ് വിഷവീര്യം കൂടുതലുള്ളത്.

ആർസെനിക്ക്: ആർസെനിക്ക് അല്പമാത്രയിൽ മിക്കവാറും എല്ലാതരം മണ്ണിലുമുണ്ട്. പ്രാകൃതികജലരാശികളിലും പല തോതിൽ ഇത് അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. സൂക്ഷ്മമായ അളവിൽ വായുവിലും ആർസെനിക്ക് കാണാം. കാർഷികപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ നിന്നും വ്യവസായശാലകളിൽ നിന്നുമാണ് അന്തരീക്ഷത്തിൽ കൃത്രിമമായി ആർസെനിക്ക് എത്തിച്ചേരുന്നത്. ആർസെനിക്ക് സഞ്ചായകവും കരുത്തുറ്റതുമായ വിഷമാണ്. അത് കോശങ്ങളെ ബാധിക്കുകയും എൻസൈമുകളിലെ എസ്എച്-ഗ്രൂപ്പിന്റെ (SH-group) പ്രവർത്തനത്തെ തടയുകയും ചെയ്യുന്നു. ചർമ്മത്തിൽ കൂടിയും ശ്വാസകോശത്തിൽ കൂടിയും ആർസെനിക്ക് ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. വയറിളക്കം, പെരിഫെറൽ ന്യൂറിറ്റിസ് (peripheral neuritis) നേത്രാവരണ വീക്കം, ഹൈപ്പർ കെരാട്ടോസിസ്, ശ്വാസകോശത്തിനും ചർമ്മത്തിനും അർബുദം എന്നീ രോഗങ്ങൾ ആർസെനിക്ക് മൂലം ഉണ്ടാകാവുന്നതാണ്. ആർസെനിക്കുമായിട്ടുള്ള ചിരസമ്പർക്കം മൂലം ചില പ്രദേശങ്ങളിൽ 'ബ്ലാക്ക്-ഫുട്' (black foot) എന്ന രോഗമുണ്ടാകുന്നതായി നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

ബേരിയം: ബേരിയം കൃന്തകനാശിനികളിലുണ്ട് (rodenticide) ശക്തമായ ഈ വിഷം ഹൃദയപേശികളെ അത്യധികം ഉത്തേജിപ്പിക്കുന്നു. ശാരീരികവിക്ഷോഭങ്ങൾക്കും വൃക്കകളുടെ ക്ഷതികൾക്കും ഇതു കാരണമാകുന്നു.

ബെറീലിയം: ബെറീലിയം ചേർന്നുള്ള കൂട്ടുലോഹങ്ങളുണ്ടാക്കുമ്പോഴും അണുശക്തി വ്യവസായ പ്രക്രിയകളിൽനിന്നും ഇതു ബഹിർഗമിച്ച് പരക്കുന്നു. ഇത് സൃഷ്ടിക്കുന്ന രോഗമാണ് (അൽവിയോളസ്സുകളുടെ

ഭിത്തികളെ ബാധിക്കുന്ന) ബെരീലിയോസിസ് (berylliosis). മറ്റൊന്നുമുണ്ട് ന്യൂമോണിറ്റിസ് (pneumonitis).

കാഡ്മിയം: മണ്ണിലും സസ്യജാലങ്ങളിലും മനുഷ്യരുടെ ആഹാരപദാർഥങ്ങളിലും കാഡ്മിയത്തിന്റെ അംശമടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. പരിസ്ഥിതിയിൽ കാഡ്മിയത്തെ ഒരു മാലിന്യകാരകമായി തള്ളിവിടുന്നത് രാസവ്യവസായങ്ങൾ, ഇലക്ട്രോപ്ലെയ്റ്റിങ് വ്യവസായം, സുപ്പർഫോസ്ഫേറ്റു വളം നിർമ്മിക്കുന്ന വ്യവസായങ്ങൾ, ഖനനവും ലോഹസംസ്കരണവും നടത്തുന്ന വ്യവസായങ്ങൾ എന്നിവയാണ്.

സ്ഥായിയായ കാഡ്മിയം വിഷാധാനംകൊണ്ട് പ്രൊട്ടീനൂരിയ (proteinuria) എന്ന രോഗമുണ്ടാകാം; വൃക്കകളിൽ കല്ലുകൾ രൂപം കൊള്ളുന്നതിനും കാഡ്മിയം കാരണമാകുന്നു. യമാഗത (Yamagata), ഷിഗേമാറ്റ്സു (Shigematsu) എന്നിവർ ജപ്പാനിലെ ടൊയാമാ നഗരത്തിൽ കാണുന്ന 'ഇതായ്-ഇതായ്'(ouch-ouch) എന്ന ഒരു പ്രത്യേകതരം രോഗം കാഡ്മിയം മൂലമാണെന്ന് റിപ്പോർട്ട് ചെയ്തിട്ടുണ്ട് (1970). അന്തരീക്ഷത്തിലുള്ള കാഡ്മിയത്തോടുള്ള സമ്പർക്കം ഹൃദ്രോഗങ്ങൾ, ഉയർന്ന രക്തമർദം, ധമനീകാഠിന്യം (arteriosclerosis) എന്നിവയ്ക്ക് നിദാനമാകാമെന്ന് പറയപ്പെടുന്നു.

ക്രോമിയം: വ്യാവസായികപ്രക്രിയകളിലും സംക്ഷാരണരോധകമായും പ്രയോജനപ്പെടുത്തിവരുന്ന ക്രോമിയം അവശിഷ്ടസ്രാവങ്ങളിലൂടെ ജലാശയങ്ങളിലെത്തിച്ചേരുന്നു. ഷഷ്ഠസംയോജകതയുള്ള (hexavalent) ക്രോമിയം മനുഷ്യർക്കും ജലജീവികൾക്കും വിഷമാണ്.

കൊബാൾട്ട്: കൊബാൾട്ടിന്റെ മുഖ്യസ്രോതസ്സുകൾ വെള്ളവും ആഹാരപദാർഥങ്ങളും (പ്രത്യേകിച്ച് ബീർ) ആകുന്നു. അമിതമാത്ര (1.5 മി.ഗ്രാം പ്രതിലിറ്റർ) പോളിസൈത്തീമിയ (polycythaemia), ഹൈപ്പർ ലീപ്പെമിയ (hyperlipaemia) എന്നിവയ്ക്ക് കാരണമാണ്. തൊണ്ടമുഴയുണ്ടാക്കുന്ന പദാർഥവുമാണ് കൊബാൾട്ട്.

ചെമ്പ്: ആൽഗകൾ, ഡയാറ്റങ്ങൾ എന്നിവയുടെ വളർച്ചയെ നിയന്ത്രിക്കുവാൻ ജലസംഭരണികളിൽ സംസ്കരണത്തിന് വ്യാപകമായി കോപ്പർ സൾഫേറ്റും, സ്ഥിരീകൃതമായ ചെമ്പ് സംയുക്തങ്ങളും ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു. അത്യന്തം വിഷാലുവായ വസ്തുവാണ് ചെമ്പ്. അതിന്റെ പ്രഭാവങ്ങളെപ്പറ്റി വിവരിക്കേണ്ട ആവശ്യമില്ല.

കറുത്തീയം: കറുത്തീയം ഉരുക്കൽ, ഈയബാറ്ററികൾ നിർമിക്കൽ, ഖനനം എന്നീ വ്യാവസായിക പ്രക്രിയകളിൽനിന്ന് കറുത്തീയം വിസർജിക്കപ്പെടുന്നു. ഇതിന് പുറമെ മോട്ടോർ വാഹനങ്ങളുടെ രേചകങ്ങളും ഈയം സംഭാവന ചെയ്യുന്നുണ്ട്. നാം നിത്യജീവിതത്തിൽ ഉപയോഗിച്ച് വരുന്ന ഒരു സാധാരണ ലോഹമായതിനാൽ വെള്ളം, ആഹാരം, വായു

എന്നിവയിൽകൂടി നിശ്ചിതമായ ഒരളവിൽ കറുത്തീയം നമ്മുടെ ശരീരത്തിൽ ദിവസേന പ്രവേശിക്കുവാനുള്ള സാധ്യതയുണ്ട്. (രക്തത്തിൽ 100 ഗ്രാമിന് 80 മൈക്രോഗ്രാം എന്ന തോതിൽ ഈ ലോഹമുണ്ടെങ്കിൽ അത് വിഷാഘാതമുണ്ടാക്കുമെന്ന് പറയപ്പെടുന്നുണ്ടെങ്കിലും ഇതേവരെ അതിനുള്ള തെളിവുകൾ പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിക്കണ്ടിട്ടില്ല.)

മാംഗനീസ്: മണ്ണ്, രാസവളങ്ങൾ, ഇന്ധന എണ്ണകൾ എന്നിവ മാംഗനീസിന്റെ സ്രോതസ്സുകളാണ്. മാംഗനീസ് വായുവിൽ കലർന്നിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ, ആരോഗ്യത്തിന് ഹാനികരമായിത്തീരാനിടയുണ്ട്.

മെർക്കുറി: മെർക്കുറി പലതരത്തിലും പരിസ്ഥിതിയിൽ വ്യാപിക്കുന്നു. ലോഹികമെർക്കുറി, മെർക്കുറിയുടെ അകാർബണിക സംയുക്തങ്ങൾ എന്നിവയ്ക്ക് പുറമെ വിവിധ വ്യവസായങ്ങളിൽ നിന്ന് നിരവധി കാർബണിക സംയുക്തങ്ങളും ഇക്കൂട്ടത്തിലുണ്ട്. alkyl, aryl, alkoxy-സംയുക്തങ്ങളാണ് കാർബണിക വകുപ്പിൽ പെടുന്നത്. ഖനനം, സംസ്ക്കരണം എന്നീ പ്രക്രിയകൾ; പൾപ്പ്, കടലാസ്, ഇലക്ട്രോണിക്ക് ഉപകരണങ്ങൾ, പ്ലാസ്റ്റിക്ക് വസ്തുക്കൾ, ഔഷധങ്ങൾ, ക്ലോറിൻ–ആൽക്കലി സംയുക്തങ്ങൾ മുതലായവ നിർമ്മിക്കുന്ന വ്യവസായശാലകൾ–ഇവയെല്ലാം മെർക്കുറിയുടെ മലിനീകരണത്തിന്റെ സ്രോതസ്സുകളാണ്. അന്തരീക്ഷത്തിൽ എത്തിച്ചേരുന്ന മെർക്കുറി അനായാസമായി ഈതൈൽ മെർക്കുറിയും മീതൈൽ മെർക്കുറിയും (ethyl and methyl mercury) ആയി രൂപാന്തരം പ്രാപിക്കുന്നു. ഇവ സൾഫ്ഹൈഡ്രിൽ ഗ്രൂപ്പുകളോട് എളുപ്പത്തിൽ സംയോജിക്കുന്നതിനാൽ, വിലേയമായ എല്ലാതരം മെർക്കുറി സംയുക്തങ്ങളും എല്ലാതരം ജൈവകോശങ്ങൾക്കും വിഷഹാനിയുണ്ടാക്കുന്നവയാണ്. മെർക്കുറി ഉയർന്ന സാന്ദ്രതയിലുണ്ടെങ്കിൽ, മിക്ക ജീവികൾക്കും അത് വിഷാലുവാണ്. ക്രോമസങ്ങൾക്ക് ക്ഷതിയുണ്ടാക്കുന്നതുമൂലം ജനിതക പാരമ്പര്യത്തിന് അത് വൈകല്യം സൃഷ്ടിക്കുകയും ചെയ്യും. മെർക്കുറി വിഷം ഉള്ളിൽ പ്രവേശിച്ചിട്ടുള്ളതുകൊണ്ട് ഉണ്ടായിട്ടുള്ള നിരവധി രോഗസംഭവങ്ങൾ റിപ്പോർട്ടു ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. (നോക്കുക: WHO-Health Hazards of the Human Environment, WHO, Geneva 1972).

കീടനാശിനികൾ

ഇക്കാലത്ത് കീടനാശിനികൾ സൃഷ്ടിക്കുന്ന ആപത്തുകൾ കൂടിവരുന്നു. പുതിയ പ്രശ്നങ്ങളും അങ്ങനെ ഉണ്ടാകുന്നു. ഡി.ഡി.ടി.യും പി.സി.ബി.യും മറ്റ് ജീവനാശിനികളും മനുഷ്യർക്ക് വളരെ ഗുണം ചെയ്തിട്ടുണ്ടെങ്കിലും, അവ പരിസ്ഥിതിക്ക് വരുത്തിവെച്ചിട്ടുള്ള നാശവും അത്രതന്നെ വലുതാണ്. കീടനാശിനികളും കീടനിവാരണികളും പരിസ്ഥിതിക്ക് കുറച്ചൊന്നുമല്ല അപചയം സൃഷ്ടിച്ചിട്ടുള്ളത്. ഈ മാലിന്യകാരകങ്ങൾ

അന്തരീക്ഷത്തിലെത്തുന്നത് മുഖ്യമായും കാർഷിക പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ നിന്നാണ്. കൃഷിഭൂമികളിൽനിന്ന് ഒലിച്ച് പോകുന്ന വെള്ളവും വ്യാവസായിക-ബഹി:സ്രാവങ്ങളും ഇവയെ ജലാശയങ്ങളിലെത്തിക്കുന്നു. ജൈവിക പ്രക്രിയയിലൂടെ നശിച്ചുപോകാത്ത രാസവസ്തുവായ ഡിഡിടി ജൈവമണ്ഡലത്തിൽ സർവത്ര കാണപ്പെടുന്നു. ഡിഡിടി വെള്ളത്തിലലിയുന്ന വസ്തുവാണ്. വെള്ളത്തിൽ നിന്ന് ബാഷ്പീകരണത്തിലൂടെ അത് വായുവിലെത്തുകയും കാറ്റുവഴി ഭൂഗോളത്തിലെമ്പാടും പരക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. മിക്ക ജീവനാശിനികളെ സംബന്ധിച്ചും ഇതു തന്നെയാണ് സംഭവിക്കുന്നത്. ക്ലോറിൻ ചേർന്ന മറ്റു ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ, ഡീൽഡ്രിൻ, ആൽഡ്രിൻ, ബി.എച്ച്.സി, ക്ലോർഡാൻ, എൻഡോസൾഫാൻ എന്നിവയുടെ സ്വഭാവവും മേല്പറഞ്ഞ വിധത്തിൽ തന്നെ. ഇവയെല്ലാം മനുഷ്യർക്ക് വിഷാലുവുമാകുന്നു. അവ കേന്ദ്രനാഡീവ്യൂഹത്തെ ബാധിക്കുന്നു; പ്രാണാധാരസ്ഥാനങ്ങളായ അവയവങ്ങളെ ആക്രമിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

കാർബണിക ഫോസ്ഫറസ് സംയുക്തങ്ങളായിട്ടുള്ള പാരാത്തിയോൺ, മാലാത്തിയോൺ, ടെപ്പ് (TEPP) എന്നീ കീടനാശിനികളെ ശ്വാസകോശം, നേത്രസ്തരം, ചർമ്മം എന്നിവ ദോഷകരമായ തോതിൽ ആഗിരണം ചെയ്യുന്നു. ഈ ആഗിരണം, വലിയ അളവിൽ അസെറ്റിൽകോളിൻ ശരീരത്തിൽ രൂപം കൊള്ളുന്നതിന് കാരണമാകുന്നു.

കാർബണികവും അകാർബണികവുമായ മറ്റു പ്രത്യേക സംദൂഷകങ്ങൾ

മേല്പറഞ്ഞ മാലിന്യകാരകങ്ങൾക്ക് പുറമേ കാർബണികവും അകാർബണികവുമായ സംദൂഷകങ്ങളുമുണ്ട്.

1. കുടിവെള്ളത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന ഫ്ളൂറൈഡ്
2. കുടിവെള്ളത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന നൈട്രേറ്റ്
3. പോളിന്യൂക്ലിയർ അരോമാറ്റിക്ക് ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ
4. സിന്തറ്റിക്ക് ഡിറ്റർജന്റുകൾ അഥവാ സിൻഡെറ്റുകൾ.

ഫ്ളൂറൈഡ്: മണ്ണിലും വെള്ളത്തിലും ഫ്ളൂറൈഡ് കാണപ്പെടുന്നു. സംസ്കരണ പ്രക്രിയകൾമൂലം വായുവിലേക്കും ഇത് പരക്കുന്നു. ഒരു നിശ്ചിത അളവിൽ ഫ്ളൂറിൻ ശരീരത്തിന് അത്യാവശ്യം വേണ്ട പദാർഥമാണ്. ഇത് തൊണ്ണുകൾക്ക് സംരക്ഷണം നൽകുന്നു. ഭക്ഷണപദാർഥങ്ങളിലും വായുവിലും ഉള്ള ഫ്ളൂറൈഡ് മനുഷ്യരുടെ ആരോഗ്യത്തെ ഒരു വിധത്തിലും ബാധിക്കുന്നില്ല എന്നു തോന്നുന്നു. പക്ഷേ വെള്ളത്തിൽ ഫ്ളൂറൈഡ് കലർന്നിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ, അത് ദന്തക്ഷയവും ദന്തങ്ങൾക്കു നിറമാറ്റവും, ഫ്ളൂറോസിസ് എന്ന പേരിൽ അറിയപ്പെടുന്ന അസ്ഥിവൈക

ല്യങ്ങളും ഉണ്ടാക്കുന്നു. കുടിവെള്ളത്തിൽ ഫ്ളൂറൈഡിന്റെ അളവ് 0.8 പി.പി.എം–ൽ താഴെയാണെങ്കിൽ അതുകൊണ്ട് ദോഷമൊന്നും ഉണ്ടാവുന്നില്ല. പക്ഷേ അളവ് അതിലും മീതെയായാൽ, ആപൽക്കരമാണ്. ഫ്ളൂറൈഡ് അയോൺ വിവിധ മാത്രയിൽ കുടിവെള്ളത്തിലുണ്ടെങ്കിൽ ദോഷഫലങ്ങൾ എന്തെല്ലാമാണെന്ന് താഴെ പട്ടികയിൽ കൊടുക്കുന്നു.

ഫ്ളൂറൈഡിന്റെ അളവ് (പി.പി.എം–ൽ)	*ഫലങ്ങൾ*
1.0	കുട്ടികളിൽ ലഘുവായ തോതിൽ പല്ലുകൾക്ക് ഫ്ളൂറോസിസ്
1.7–1.8	കുട്ടികളിൽ പല്ലുകൾക്ക് ചിത്രണം.
2.0	ദന്തങ്ങൾക്ക് ചിത്രണവും വൈകല്യവും
2.0–3.0	ദന്തക്ഷയം.
4.4–12	അസ്ഥിവൈകല്യങ്ങൾ
115	ജീവന് ആപൽക്കരമായ അവസ്ഥ
2000	രൂക്ഷമായ വിഷം–മാരകമായത്.

നൈട്രേറ്റ്: വെള്ളത്തിൽ സാധാരണമായി കാണപ്പെടുന്ന ഒരു അയോൺ ആണ് നൈട്രേറ്റ്. ഉപരിതല ജലത്തിൽ നൈട്രേറ്റിന്റെ അളവ് 5 പിപിഎം മാത്രമാണ്. ഭൗമാന്തര ജലത്തിൽ പല തോതിൽ കാണപ്പെടുന്നു. ഇതിന്റെ അളവ് ഏകദേശം 40 പി.പി.എമ്മിനേക്കാൾ കൂടുതലായാൽ, ശിശുക്കളിൽ മെതീമോഗ്ലോബിനേമിയ എന്ന രോഗത്തിന് കാരണമാകുന്നു.

പോളിന്യൂക്ലിയർ അരോമാറ്റിക്ക് ഹൈഡ്രോകാർബണുകൾ: ഇത്തരം രാസസംയുക്തങ്ങൾ വെള്ളത്തിലും വായുവിലും അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടെന്ന് കാണുന്നു. ഇവയിൽവച്ച് പ്രധാനപ്പെട്ടത് ബെൻസോപൈറീൻ (Benzopyrene) ആകുന്നു. ഈ സംയുക്തങ്ങൾ വെള്ളത്തിൽ അധികം അലിയുന്നവയല്ല. പ്രതലങ്ങളിൽ അധിശോഷണം ചെയ്യപ്പെടുന്നുണ്ട്. അർബുദജനക സ്വഭാവമുള്ളവയാണെന്ന് അഭിപ്രായമുണ്ട്.

സിൻഡെറ്റുകൾ: സിൻഡെറ്റുകളുടെ ഉപയോഗം ഈയിടെയായി പെട്ടെന്ന് വർധിച്ചിരിക്കുന്നു. സിൻഡെറ്റുകളിൽ പ്രതലക്ഷാളകമായി ഉപയോഗിക്കുന്ന ഘടകം ആൽക്കിൽ ബെൻസീൻ സൾഫോനേറ്റ് ആകുന്നു. ഇത് ജൈവികാപചയത്തിന് വിധേയമാകാത്തതാണ്. അർബുദജനകമാണെന്ന് നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. പ്രതലക്ഷാളകമായി ജൈവികാപചയക്ഷമമായ വസ്തു ഉപയോഗിച്ചാൽ ഈ പ്രശ്നത്തിന് പരിഹാരമുണ്ടാക്കാം. എങ്കിലും സോഡിയം ട്രൈപോളിഫോസ്ഫേറ്റ് (Sodium tripolyphosphate) പോലെയുള്ള ബിൽഡറുകൾ (Builders) സാധാരണസംസ്കരണപ്രക്രി

യകൾകൊണ്ട് എളുപ്പത്തിൽ നിർമാർജനം ചെയ്യാൻ പറ്റാത്തവയായതിനാൽ, നദികളിലും തടാകങ്ങളിലും ഫോസ്ഫേറ്റുകളും നൈട്രേറ്റുകളും വന്നുചേർന്ന് മലിനീകരണമുണ്ടാകാനുള്ള സാധ്യതയണ്ട്.

അർബുദജനകങ്ങൾ

മനുഷ്യർക്ക് അർബുദരോഗമുണ്ടാക്കുന്ന ഭൗതികവസ്തുവോ രാസസംയുക്തമോ 'അർബുദജനക'മെന്ന പദംകൊണ്ട് വിശേഷിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. കൃത്യമായ നിർവചനപ്രകാരം അർബുദജനകമെന്നത് നിയോപ്ലാസിയ (Neoplasia) വർധിപ്പിക്കുകയോ പ്രേരിതമായി ജനിപ്പിക്കുകയോ ചെയ്യുന്ന പദാർഥമാണ്. കാർസിനോജൻ (Carcinogen) എന്നാണിതിന്റെ ഇംഗ്ലീഷ് നാമം-പര്യായങ്ങൾ ട്യൂമറിജെൻ (Tumorigen), ഓൺകോജെൻ (Oncogen), ബ്ലാസ്റ്റമോജെൻ (Blastomogen). അർബുദജനകങ്ങൾ രണ്ട് തരമുണ്ട്:(1) സ്വാഭാവികമായി പ്രകൃതിയിലുള്ളവ (2) മനുഷ്യനിർമ്മിതമായവ.

പ്രാകൃതികമായിട്ടുള്ള അർബുദജനകങ്ങൾ:

മൈക്കോടോക്സിനുകൾ-പ്രത്യേകിച്ച് അഫ്ളാടോക്സിൻ-ആണ് പ്രകൃതിയിൽ വ്യാപകമായി കണ്ടുവരുന്ന അർബുദജനക പദാർഥങ്ങൾ. ധാന്യങ്ങൾ കൊയ്തെടുക്കുമ്പോഴും ശേഖരിച്ച് വെക്കുമ്പോഴും വാഹനങ്ങളിൽ കൊണ്ട്പോകുമ്പോഴും മറ്റും അഫ്ളോടോക്സിൻ കലർന്ന് മലിനപ്പെടുന്നു. പാരാസ്കോർബിക് ആസിഡ് (Parascorbic acid), സാഫ്റോൾ (Safrole), ഐസോസാഫ്റോൾ (Isosafrol) മുതലായ ചില ആൽക്കലോയ്ഡുകളും അർബുദജനകങ്ങളാണെന്ന് റിപ്പോർട്ട് ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

മനുഷ്യനിർമ്മിതമായ അർബുദജനകങ്ങൾ

അരോമാറ്റിക്ക് അമീനുകൾ: വ്യവസായശാലകളും വ്യാവസായികപ്രക്രിയകളും അരോമാറ്റിക്ക് അമീനുകൾ പരിസ്ഥിതിയിലേക്ക് തള്ളിവിടുന്നു. ഈ വകുപ്പിൽ പെടുന്ന പ്രധാനപ്പെട്ട രണ്ട് സംയുക്തങ്ങളാണ് ബെൻസിഡീൻ (Benzidine), 2-നാഫ്തിൽ അമീൻ (2- naphthyl amine) എന്നിവ. മൂത്രസഞ്ചിക്ക് അർബുദബാധയുണ്ടാക്കുന്ന വസ്തുക്കളാണിവയെന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു. പ്ലാസ്റ്റിക്ക് വസ്തുക്കൾ, ഭക്ഷണസാമഗ്രികൾ, വായു, വെള്ളം മുതലായവയിലൂടെ അരോമാറ്റിക്ക് അമീനുകളുമായി സമ്പർക്കമുണ്ടാകാനിടയുണ്ട്.

ആസ്ബസ്റ്റോസ്: ഫൈബ്രോസിസ്, ആസ്ബസ്റ്റോസിസ് എന്നീ രോഗങ്ങൾക്കു നിദാനമായിട്ടാണ് ആസ്ബസ്റ്റോസ് അറിയപ്പെടുന്നത്. എങ്കിലും ഈയിടെ പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള ചില റിപ്പോർട്ടുകളനുസരിച്ച് ശ്വാസകോശാർബുദം ജനിപ്പിക്കുന്ന വസ്തുക്കളിൽവെച്ച് ഏറ്റവും വ്യാപകമായി

വിതരണം ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുള്ള പദാർഥമാണിതെന്ന് കാണുന്നതിനാൽ അതിനെപ്പറ്റി ഈ വിഭാഗത്തിൽ പ്രതിപാദിക്കേണ്ടിവന്നിരിക്കുന്നു. പലതരത്തിലുള്ള രാസഘടനയും പലതരത്തിലുള്ള ഗുണധർമ്മങ്ങളും ചേർന്ന, തന്തുരൂപത്തിലുള്ള, പ്രാകൃതികമായ ഹൈഡ്രേറ്റഡ് സിലിക്കേറ്റുകളുടെ വർഗനാമമാണ് ആസ്ബസ്റ്റോസ്. നിത്യജീവിതത്തിൽ നാം പല ആവശ്യങ്ങൾക്കായി ആസ്ബസ്റ്റോസ് ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. അതിനാൽ തൊഴിലിനോട് ബന്ധപ്പെട്ട് മാത്രമല്ല മറ്റു പലതരത്തിലും കൂടി ആസ്ബസ്റ്റോസിനോട് സമ്പർക്കം ഉണ്ടാകുന്നു. ശ്വസനീസംബന്ധമായ അർബുദരോഗത്തിനും ആസ്ബസ്റ്റോസ് കാരണമാകുന്നുണ്ടെന്ന് പരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ തെളിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. ഒരു പ്രത്യേകതരം ആസ്ബസ്റ്റോസ് മെസോതിലിയോമ (Mesotheilioma) എന്ന അപൂർവമായ അർബുദ രോഗം സൃഷ്ടിക്കുന്നു എന്നും റിപ്പോർട്ട് ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

ഉൽപരിവർത്തകങ്ങൾ (mutagens)

ഉൽപരിവർത്തനം വരുത്തുന്ന വസ്തുക്കളെയാണ് ഉൽപരിവർത്തകങ്ങൾ എന്നു പറയുന്നത്. പിൻതലമുറകളിലേക്ക് വൈകല്യങ്ങൾ വരുത്തുന്ന വിധത്തിൽ ക്രോമസങ്ങൾക്ക് ചില മാറ്റങ്ങൾ വരുത്തന്നതിനാണ് ഉൽപരിവർത്തനമെന്ന് പറയുന്നത്. കോശങ്ങളിലെ ജനിതകഘടകങ്ങൾക്ക് ഉൽപരിവർത്തനം സൃഷ്ടിക്കുന്ന മാറ്റം ആ കോശത്തിൽനിന്നു വിഭജനം വഴി രൂപംകൊള്ളുന്ന പുതിയ കോശങ്ങളിലേക്കും സ്ഥാനാന്തരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നതിനാൽ പുതിയ കോശങ്ങൾക്ക് മുമ്പില്ലാത്ത പ്രത്യേകതകൾ പാരമ്പര്യരീതിയിൽ സിദ്ധിക്കുന്നു. ഉൽപരിവർത്തനങ്ങൾ ജനനവൈകല്യങ്ങൾക്ക് കാരണമാകുന്നു; അതായത് ഭ്രൂണത്തിന്റെ വളർച്ചയ്ക്ക് അപസാമാന്യതയുണ്ടാകുന്നതിനാൽ ഗർഭസ്രാവമോ അല്ലെങ്കിൽ അത്യധികം അംഗവൈകല്യത്തോടുകൂടിയ ശിശുവിന്റെ ജനനമോ സംഭവിക്കുന്നു.

ഉൽപരിവർത്തനത്തിന് പ്രേരകമായിത്തീരുന്നത് ഏതെങ്കിലും പ്രത്യേകപദാർഥമാണെന്ന് നമുക്ക് എടുത്തുപറയാൻ സാധ്യമല്ല. എന്തുകൊണ്ടെന്നാൽ ഒരു ജീവിവർഗത്തിന് ഉൽപ്രേരകമാകുന്ന പദാർഥം മറ്റൊന്നിന് ഉൽപ്രേരകമാകണമെന്നില്ല. മറ്റു പല ഘടകങ്ങളും അതിനെ സ്വാധീനിക്കുന്നുണ്ട്. എങ്കിലും വിഷവീര്യമുള്ള രാസവസ്തുക്കൾ, ഔഷധങ്ങൾ, പ്രാണികളിലും സൂക്ഷ്മജീവികളിലും ജനിതക പരിണാമങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നവയെന്ന് കരുതപ്പെടുന്ന സംയുക്തങ്ങൾ, ശരീരത്തിനകത്ത് അവശോഷണത്തിലൂടെ പ്രവേശിക്കുവാനും ദീർഘകാലം ശരീരത്തിനകത്തു തന്നെ നിലയുറപ്പിക്കാനും സാധ്യതയുള്ള സംയുക്തങ്ങൾ എന്നിവയെല്ലാം ഉൽപരിവർത്തകങ്ങളാണെന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു. ഉൽപരിവർത്തകങ്ങളായി സ്ഥിരീകരിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള സംയുക്തങ്ങളാണ് ഏറോലിൻ (Aerolein),

അഫ്ളാടോക്സിൻ, ബെൻസോപൈറിൻ, കുമീൻഹൈഡ്രോപെറോക്സൈഡ് (Cumene hydroperoxide), ഡി.ഡി.ടി, മെതിൽ മീതേൻ സൾഫൊണേറ്റ്, ട്രൈ എതിലിൻ മെലാമീൻ (Triethylene Melamine) എന്നിവ.

വൈരൂപ്യജനകങ്ങൾ (teratogens)

ജനനപൂർവഘട്ടത്തിൽ ഭ്രൂണവളർച്ചയ്ക്ക് വ്യതിയാനമുണ്ടാക്കുന്ന-അഥവാ സഹജാതമായ കുരചന ഉണ്ടാക്കുന്ന-വസ്തുക്കളെ വൈരൂപ്യജനകങ്ങളെന്ന് പറയുന്നു. വൈരൂപ്യ ജനകങ്ങളെയും വൈരൂപ്യജനക സ്വഭാവങ്ങളെയും പറ്റി പഠിക്കുന്ന വിരൂപതാവിജ്ഞാനം (teratology) എന്ന ശാസ്ത്ര ശാഖ ഈയിടെയുണ്ടായതാണ്. ഈ വിഷയത്തിൽ അധികം പഠനങ്ങൾ നടന്നിട്ടില്ല. എങ്കിലും ഗർഭസ്ഥദശയിൽ ഏതെങ്കിലും ഘട്ടത്തിൽ ഭ്രൂണവളർച്ചയുടെ സ്വാഭാവിക ഗതിയെ വൈരൂപ്യജനകങ്ങൾ തടയുന്നുണ്ടെന്നു റിപ്പോർട്ടു ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. എന്നു മാത്രമല്ല വളർച്ചയെ ആകെത്തന്നെ തടഞ്ഞ് നിർത്തി ഭ്രൂണത്തിന്റെ ജീവഹാനിക്കും അവ കാരണമായേക്കാം. വിഷാലുക്കളായ പദാർഥങ്ങൾ മുതൽ ആസ്പിരിൻ പോലെ ലളിതമായ ഉപഭോഗ പദാർഥങ്ങൾ വരെ എന്തും വൈരൂപ്യജനകങ്ങളാകാം. മനുഷ്യർക്ക് വൈരൂപ്യജനകമായിത്തീരുന്ന ഒരു പദാർഥം മൃഗങ്ങൾക്കും വൈരൂപ്യജനകമാണെന്ന് ഈയിടെ നടത്തിയ ചില പഠനങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഈ വസ്തുക്കളിൽ മിക്കതും ഭ്രൂണത്തിന് മാത്രമേ ഹാനികരമാകുന്നുള്ളൂ. മാതാവിന് ദോഷം ചെയ്യുന്നില്ല. അയഡിൻ, വിറ്റമിൻ എ എന്നിവയുടെ കുറവ് മനുഷ്യരിൽ വൈരൂപ്യജനകമായിത്തീർന്നേക്കാം. താലിഡോമൈഡ് (thalidomide), മീതൈൽ മെർക്കുറി, അമിനോപ്ടെറിൻ (aminopterin), കാർബൺമോണോക്സൈഡ് എന്നിവ വൈരൂപ്യജനകങ്ങളുടെ കൂട്ടത്തിൽ പ്രധാനപ്പെട്ടവയാണെന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു. ഉൽപരിവർത്തന പ്രേരകങ്ങളായ അയണീകരണരശ്മികളും വൈരൂപ്യജനകങ്ങൾ തന്നെ. സൂക്ഷ്മജീവികളിൽ പെട്ട സൈറ്റോമെഗാലോ വൈറസ് (cytomegalovirus), റുബെല്ല വൈറസ്സ് (rubella virus), ഹെർപ്പിസ് വൈറസ് (herpes virus) എന്നിവയും ഇതേ വകുപ്പിൽ പെടുന്നു. നിഷ്പത്രണരാസവസ്തുക്കളായ (chemical defoliants) 2,4 D (2,4-dichlorophenoxy acetic acid) യും 2,4,5-T യും (2,4,5 - trichlorophenoxy acetic acid) ശക്തമായ വൈരൂപ്യജനകങ്ങളാണ്.

റേഡിയോ പ്രസരവസ്തുക്കൾ

വികിരണ സ്രോതസ്സുകൾ നിരവധിയുണ്ട്. റേഡിയോ പ്രസരമുള്ള അയിരുകളുടെ ഖനനം, ന്യൂക്ലിയർ പരീക്ഷണങ്ങൾ, ആശുപത്രികളിൽ നിന്നും വ്യവസായശാലകളിൽ നിന്നും പരീക്ഷണശാലകളിൽ നിന്നുമുള്ള

ഡ്രെയ്നേജ് എന്നിവയെല്ലാം റേഡിയോ ആക്ടീവ് മലിനീകരണത്തിന്റെ സ്രോതസ്സുകളാണ്. ഇതിന് പുറമെ മറ്റൊരുതരത്തിൽ മൂലകങ്ങളുടെ പ്രതിസ്ഥാപനത്തിലൂടെയും മലിനീകരണമുണ്ടാകുന്നുണ്ട്. അതായത് 'ആവർത്തനസാരണി'യിൽ (periodic table) ഒരേ കുടുംബത്തിൽ പെടുന്ന മൂലകങ്ങൾ തമ്മിൽ പ്രതിസ്ഥാപനമുണ്ടാകാം. (ഉദാഹരണമായി, റേഡിയം കാൽസിയത്തിന്റെ കുടുംബത്തിൽ തന്നെ പെടുന്ന മൂലകമാണ്. അതുകൊണ്ട് റേഡിയം കാൽസിയത്തെ പ്രതിസ്ഥാപിച്ചു എന്നു വരാം). ഇത്തരം മൂലകങ്ങൾ ഭക്ഷ്യവസ്തുക്കളിലോ പാനീയങ്ങളിലോ അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ, അവ 'ഐസോഇലക്ട്രോണിക്' (isoelectronic–സമാനമായ ഇലക്ട്രോണിക ഘടനയുള്ള) പദാർഥങ്ങളിലേക്ക് പ്രതിസ്ഥാപിക്കപ്പെടാം. ജലജീവിസസ്യജാലങ്ങൾ റേഡിയോ പ്രസരവസ്തുക്കളെ ഉൾക്കൊള്ളുകയും സഞ്ചയിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതിനാൽ, അവയെ ഭക്ഷിക്കുന്ന മനുഷ്യരിൽ ആപൽക്കരമായ തോതിൽ റേഡിയോആക്ടീവ് ഐസോടോപ്പുകൾ കടന്നുകൂടുന്നുമുണ്ട്. ഇതിനെക്കാളെല്ലാമുപരിയായി, മുഖ്യമായ അപകടഹേതുവായി വർധിച്ചുവരുന്ന ആയുധനിർമ്മാണവുമുണ്ട്.

എക്സ്റേയും ആൽഫാ–ബീറ്റാ–ഗാമാ രശ്മികളും അടങ്ങുന്ന വികിരണങ്ങൾ ശാരീരികവും ജനിതകവുമായ രണ്ടുതരം പ്രഭാവങ്ങളും സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ഈ രശ്മികളുടെ സ്രോതസ്സുകളായ പദാർഥങ്ങളുടെ ഭൗതികവും രാസീയവുമായ സ്വഭാവം, റേഡിയോ ആക്ടീവതയുടെ അർധായുസ്സ്, ഊർജതീവ്രത, അവയ്ക്ക് ശരീരത്തിനകത്തുണ്ടാകുന്ന ചയാപചയം, അവ ശരീരത്തിൽ നിന്ന് വിസർജിക്കപ്പെടുന്നതിന്റെ നിരക്ക് എന്നീ ഘടകങ്ങളെ ആശ്രയിച്ചാണ് വികിരണത്തിന്റെ പ്രഭാവമുണ്ടാകുന്നത്. റേഡിയോ പ്രസരവസ്തുക്കൾ കൊണ്ടുണ്ടാകുന്ന ദോഷഫലങ്ങളിൽ പ്രധാനപ്പെട്ടത് രക്തത്തിന്റെ അപസാമാന്യതകൾ (അനീമിയ, ലൂക്കേമിയ, രക്തസ്രാവരോഗങ്ങൾ ഉൾപ്പെടെ), തൈറോയ്ഡ് ഗ്രന്ഥിയുടെ മാറ്റങ്ങൾ, അസ്ഥിരോഗങ്ങൾ നെക്രോസിസ്, സർകോമ (Sarcoma), എറിതീമ (erythema), അട്രോഫി (atrophy), നിറമാറ്റങ്ങൾ, കഷണ്ടി, വ്രണങ്ങൾ മുതലായ ത്വഗ്വികാരങ്ങൾ, ശ്വാസകോശത്തിന് ഫൈബ്റോസിസ്, അർബുദം എന്നിവയാകുന്നു.

വികിരണങ്ങൾകൊണ്ട് ബീജകോശങ്ങൾക്കും ക്ഷതിയുണ്ടാകുന്നു. ഇതു രണ്ടുതരത്തിലുണ്ട് (1) മാരകമായ ഉൽപരിവർത്തനങ്ങൾ–'ജനിതക മരണം' എന്ന പേരിൽ അറിയപ്പെടുന്നത് (2) മാരകമല്ലാത്ത ഉൽപരിവർത്തനങ്ങൾ.

ജൈവികസംദൂഷകങ്ങൾ

മേൽപറഞ്ഞ മാലിന്യകാരകങ്ങൾക്ക് പുറമെ നമ്മുടെ പരിസ്ഥിതിയിൽ ജൈവികസംദൂഷകങ്ങളും അടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. ഇവ ആരോഗ്യത്തിനുണ്ടാ

ക്കുന്ന ഹാനി കൂടുതൽ ഗുരുതരമാണ്. ജൈവികസംദൂഷകങ്ങൾ ഒട്ടനവധി ഉള്ളതിനാൽ എല്ലാറ്റിനെപ്പറ്റിയും വിശദമായി പ്രതിപാദിക്കുവാൻ ഈ പുസ്തകത്തിൽ നിർവാഹമില്ല. എങ്കിലും വായുവിലൂടെ പരക്കുന്ന സൂക്ഷ്മജീവികൾ (മുഖ്യമായും വായുമലിനീകരണത്തിലൂടെ ഉണ്ടാകുന്നത്), രോഗഹേതുക്കളായ ബാക്ടീരിയങ്ങൾ, വൈറസുകൾ, പരജീവികൾ (ഒടുവിലത്തെ മൂന്നെണ്ണം ജലമലിനീകരണം കൊണ്ട് സംഭവിക്കുന്നവ) എന്നിവയെപ്പറ്റി ഒരു ലഘു വിവരണം താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

1. *വായുവാഹിത സൂക്ഷ്മജീവികൾ*: വായുവാഹിത സൂക്ഷ്മജീവികൾ താഴെപ്പറയുന്ന രോഗങ്ങൾക്ക് കാരണമാകാമെന്ന് റിപ്പോർട്ട് ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്: മസ്തിഷ്കത്തിനും നട്ടെല്ലിനും മെനിഞ്ചിറ്റിസ് (പ്രത്യേകിച്ച് വരണ്ട കാലാവസ്ഥയുള്ളപ്പോൾ) ആന്ത്രാക്സ്, ഹിസ്റ്റോപ്ലാസ്മോസിസ് (histoplasmosis), കൊക്കീഡിയോഡോമൈക്കോസിസ് (coccidiodomycosis). ഒടുവിൽ പറഞ്ഞ രോഗം കൊക്കീഡിയോഡോമൈക്കോസിസിന്റെ സ്പോറങ്ങൾ ബാധിക്കുന്നതു കൊണ്ടാണുണ്ടാകുന്നത്. വായുവാഹിത രോഗബാധകൾ ഉണ്ടാകുന്നത് എല്ലായ്പോഴും സ്കൂളുകൾ, ആശുപത്രികൾ എന്നിങ്ങനെ പരിബദ്ധ സ്ഥലങ്ങളിലാണെന്നും നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

2. *രോഗഹേതുക്കളായ ബാക്ടീരിയങ്ങൾ*: ഇവ വികസ്വരരാജ്യങ്ങളിൽ രോഗങ്ങൾക്കും മരണങ്ങൾക്കും മുഖ്യമായ ഹേതുക്കളാകുന്നു. കോളറ, ടൈഫോയ്ഡ്, വയറിളക്കം, അർശസ്സ്, മറ്റു ഉദരരോഗങ്ങൾ എന്നിവക്ക് രോഗാണുബാധയാണ് കാരണം. രോഗാണുക്കളിൽ വച്ച് വിബ്രിയോകോളറ, സാൽമൊനല്ല, ഷിഗെല്ല എന്നീ ജാതികളാണ് പ്രധാനം.

3. *വൈറസുകൾ*: ഇവ വാഹിതമലത്തിലും മലിനീകൃതജലത്തിലും കണ്ടുവരുന്നു. ഏറ്റവും സാധാരണമായത്, അഡിനോവൈറസുകൾ (adenovirus) എന്ററോവൈറസുകൾ (enterovirus), നിയോവൈറസുകൾ (neoviruses), സാംക്രമികമായ മഞ്ഞപ്പിത്തം സൃഷ്ടിക്കുന്ന വൈറസുകൾ എന്നിവയാണ്.

4. *പരജീവികൾ*: അനാരോഗ്യത്തിന് സാധാരണമായി ഹേതുക്കളാകുന്ന പരജീവികൾ: (1) എന്റമീബ ഹിസ്റ്റോളിറ്റിക്ക (Entamoeba histolytica) (2) ഗിനിയ-വേം (Guinea worm) (3) അസ്കാരിസ് ലംബ്രികോയ്ഡെസ് (Ascaris lumbricoides) (4) ട്രിച്ചൂരിസ് ട്രിച്ചിയൂറ (Trichuris trichiura) (5) ഫാസിയോള (Fasciola).

ഇവയിൽ ഒന്നാമത്തേത്, കുടലിൽ അമീബിയാസിസ് (ഉദാ. അമീബ കൊണ്ടുള്ള അർശസ്) ഉണ്ടാക്കുന്നു, ഇതുകൂടാതെ ആന്ത്രബാഹ്യമായ കരൾപുണ്ണ് പോലെയുള്ള രോഗങ്ങളും. വേണ്ടത്ര ശുചിത്വം പാലിക്കാത്ത മിക്ക ശീതോഷ്ണരാജ്യങ്ങളിലും ഈ രോഗങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നു.

ഗിനിയ-വിര ഡ്രാക്കോൺടിയാസിസ് (dracontiasis) എന്ന രോഗമുണ്ടാക്കുന്നു. ഫാസിയോളയുടെ സിസ്റ്റുകൾ വെള്ളത്തിലുണ്ടെങ്കിൽ, ഡിസ്റ്റോമറ്റോസിസ് (distomatosis) എന്ന പരജീവിരോഗം ബാധിക്കാനിടയുണ്ട്.

ഇതിനെല്ലാം പുറമെ ശബ്ദവും മാലിന്യകാരകമായി കരുതപ്പെട്ട് വരുന്നു. ജോലിസ്ഥലം, രാജവീഥികൾ, നഗര-വ്യോമ-ഗതാഗതം, വാസസ്ഥലങ്ങൾ എന്നിങ്ങനെ ശബ്ദസ്രോതസ്സുകൾ നിരവധിയാണ്. ശബ്ദം ആരോഗ്യത്തിനും സ്വൈരജീവിതത്തിനും പലവിധത്തിൽ ഹാനി സൃഷ്ടിക്കുന്നു.

അത്യുച്ചത്തിലുള്ള ശബ്ദം (നിരന്തരമായി, പ്രവൃത്തിയോടു ബന്ധപ്പെട്ട് ഇത് ഉണ്ടാകാറുണ്ട്) മനുഷ്യർക്ക് ശ്രവിക്കേണ്ടിവന്നാൽ ബാധിര്യം വന്ന് ചേരാനിടയാകുന്നു. അത്രത്തോളമില്ലെങ്കിൽ തന്നെ, പ്രായം കൊണ്ട് സ്വതവേ ഉണ്ടാകുന്ന കേൾവിക്കുറവിനെ ശബ്ദം ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്നു. ഇതിന് പുറമെ ഹൃദയരക്തക്കുഴലുകളിലും, ശ്വാസകോശത്തിലും, കണ്ണുകളിലും, ചർമ്മത്തിന്റെ വൈദ്യുതപ്രതികരണങ്ങളിലും, രക്തത്തിലും, മറ്റ് ശരീരദ്രവങ്ങളിലും ശബ്ദം അവ്യവസ്ഥിതമായ നാനാതരം ശരീരപ്രഭാവങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നു. മാനസികമായ അശാന്തി സൃഷ്ടിക്കുന്നതുമൂലവും ശരീരത്തിന് ഹാനിയുണ്ടാകാം. ഉറക്കത്തിനെ ബാധിക്കുന്നതുകൊണ്ട് ക്രമേണ ഒരാളുടെ ആരോഗ്യം ഇപ്രകാരം ക്ഷയിക്കുന്നു. ശബ്ദത്തിന്റെ ശല്യംകൊണ്ട് ആളുകൾക്ക് വ്യക്തിപരമായും സംഘപരമായും ഉള്ള കർമ്മക്ഷമതയും കുറഞ്ഞുവരുന്നു.

മൃഗങ്ങളിലുള്ള പ്രഭാവങ്ങൾ

പരിസ്ഥിതിമലിനീകരണം മൃഗങ്ങളുടെയും ആരോഗ്യത്തിനെ സംബന്ധിച്ച പ്രശ്നങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നു. വായുമാലിന്യകാരകങ്ങൾ മൃഗങ്ങളുടെ കണ്ണിനും ശ്വാസകോശത്തിനും ഉത്തേജകമാണ്. ഏറ്റവും ഗുരുതരമായ ദോഷം വളർത്തുമൃഗങ്ങളിൽ ഫ്ളൂറൈഡുകളും ആർസെനിക്കും മൂലമാണുണ്ടാകുന്നത്. ഫ്ളൂറൈഡുകളുടെ പ്രഭാവം കടന്ന് കൂടുന്നത്, മേച്ചിൽസ്ഥലങ്ങളിൽ ഫ്ളൂറൈഡുകൾ സസ്യങ്ങളിൽ വന്ന് നിപതിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണ്. ഈ മാലിന്യകാരകങ്ങൾ മൃഗങ്ങളുടെ ശരീരത്തിൽ പ്രവേശിച്ചാൽ അവയുടെ അസ്ഥികൾക്കും പല്ലുകൾക്കും അമിതമായ കാൽസീകരണം-ഇതിനു ഫ്ളൂറോസിസ് എന്നു പേർ- ഉണ്ടാവുകയും തന്മൂലം തൂക്കക്കുറവും മുടന്തും വന്നുചേരുകയും ചെയ്യും. ആർസെനിക്ക് വിഷബാധ അത്ര സാധാരണമല്ല. ചൂളകളുടെ സമീപമുണ്ടാകുന്ന ദൂഷിതവാതകങ്ങളിൽ നിന്നാണ് ഇതുണ്ടാകുന്നത്. വാഹിതമലവും വിഷാലുസംയുക്തങ്ങളും രോഗഹേതുകജീവികളും അടങ്ങിയിട്ടുള്ള മലിനജലം കുടിക്കുന്നത് കൊണ്ട് പലവിധത്തിലുള്ള രോഗബാധകളും മൃഗങ്ങൾക്കുണ്ടാകാറുണ്ട്.

ജലമാലിന്യകാരകങ്ങൾ ജലീയജീവികളുടെ ജീവനും അപകടപ്പെടുത്തുന്നു. ഓരോ കൊല്ലവും നഗരങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള വാഹിതമലവും വ്യാവസായികാവശിഷ്ടങ്ങളും മൂലം ലക്ഷക്കണക്കിന് മത്സ്യങ്ങൾ കൊല്ലപ്പെടുന്നുണ്ടെന്നു റിപ്പോർട്ടുകൾ കാണാം. നദികളിലും അരുവികളിലും തടാകങ്ങളിലുമുള്ള വെള്ളത്തിന് അമിതമായ ചൂടുണ്ടാക്കുന്ന താപീയമലിനീകരണവും മത്സ്യങ്ങളെയും മറ്റു ജലജീവികളെയും നശിപ്പിക്കുന്നു. പലതരം പക്ഷികളിലും, കീടനാശിനികൾ കടന്നുകൂടുന്നതിനാൽ, കാൽസിയത്തിന്റെ ചയാപചയപ്രക്രിയകൾക്ക് വിഘാതമുണ്ടാവുകയും, തന്മൂലം അവയുടെ പുനരുല്പാദനത്തിന്റെ നിരക്കു കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു.

സസ്യങ്ങളിലുള്ള പ്രഭാവങ്ങൾ

സസ്യങ്ങളെ സാരമായി ബാധിക്കുന്നതാണ് വായുമലിനീകരണം. വായുമലിനീകരണം മൂലം വൃക്ഷങ്ങൾക്കും ഫലങ്ങൾക്കും പച്ചക്കറികൾക്കും പുഷ്പങ്ങൾക്കും വ്യാപകമായി നാശം സംഭവിക്കാറുണ്ട്. ഉദാഹരണമായി സസ്യങ്ങളിൽ സഞ്ചായകവിഷമായി പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഫ്ളൂറൈഡുകൾ പത്രകലകളെ ക്ഷയിപ്പിക്കുന്നു. പ്രകാശരാസവസ്തുക്കളടങ്ങുന്ന മൂടൽമഞ്ഞുകൊണ്ട് വശളച്ചീര, ലെട്യൂസ് (lettuce), പുകയില, ആൽഫാൽഫ (alfalfa), മറ്റ് ഇലച്ചെടികൾ എന്നിവയ്ക്കെല്ലാം വിരംജനം സംഭവിക്കാറുണ്ട്. വാഹനങ്ങൾ വമിക്കുന്ന പുകയിലുള്ള എതിലീൻ കാരണം കാർണേഷൻ ദളങ്ങൾ ഉള്ളിലേക്ക് ചുരുളുന്നു; ഓർക്കിഡുകൾക്ക് ബാഹ്യദളങ്ങൾ വിവർണമായും ഉണങ്ങിയും നാശം ഉണ്ടാകുന്നു. പുറമേക്ക് കാണത്തക്ക കേടുകൾ വരുത്തുന്ന തോതിൽ മലിനീകരണം ഇല്ലെങ്കിൽ പോലും സസ്യങ്ങളുടെ വളർച്ച മന്ദീഭവിക്കുന്നതിന് അതു കാരണമാകും. ചില സസ്യങ്ങൾ മറ്റുള്ളവയേക്കാളധികം മാലിന്യകാരികളോട് സൂക്ഷ്മഗ്രാഹകമായതിനാൽ (മാലിന്യം വായുവിനോ വെള്ളത്തിനോ മാലിന്യം സൃഷ്ടിക്കുന്നതായാലും വികിരണമായാലും) സസ്യജൈവമണ്ഡലത്തിൽ സങ്കീർണമായ പരിവർത്തനങ്ങളും വന്നുചേരാനിടയുണ്ട്. ചിലപ്പോൾ മാലിന്യകാരികൾ സസ്യപോഷകങ്ങളെ മണ്ണിൽ ചെലുത്തുന്നതിനാൽ സസ്യങ്ങളുടെ ആയുഷ്കാലം നീണ്ടുപോകുന്നത് പോലെയുള്ള അനാശാസ്യപ്രഭാവങ്ങളുമുണ്ടാകുന്നു. ഇതിനുദാഹരണമായി, ചില ജലാശയങ്ങളിൽ നൈട്രജൻ, ഫോസ്ഫറസ്, കാർബൺ എന്നീ പോഷകങ്ങൾ സാന്ദ്രീഭവിക്കുമ്പോൾ ആൽഗൽ ബ്ലൂം കാണാവുന്നതാണ്.

പദാർഥങ്ങളിലുണ്ടാകുന്ന പ്രഭാവങ്ങൾ

മലിനീകരണം വസ്തുസാമഗ്രികളെയും എടുപ്പുകളെയും ദ്രുതഗതിയിൽ ക്ഷയിപ്പിക്കുന്നു. അമ്ലീയമായ വായുമാലിന്യകാരകങ്ങൾ–പ്രത്യേകിച്ച്

സൾഫർഡയോക്സൈഡ് വാതകവും സൾഫ്യൂരിക്ക് ആസിഡ് ഏയ്റ സോളുകളും-ലോഹങ്ങളെയും കെട്ടിടനിർമ്മാണസാമഗ്രികളെയും ക്ഷാരണം ചെയ്യുന്നു. അവ തുണികളെയും കടലാസിനെയും മാർബിളി നെയും ബലഹീനമാക്കുകയോ വിഘടിപ്പിക്കുകയോ ചെയ്തേക്കാം. ദുർഗ ന്ധമുള്ള ഒരു വായുസംദൂഷകമായ ഹൈഡ്രജൻ സൾഫൈഡ് കാരണം, ഈയം കലർന്ന വീട്ടുചായങ്ങൾ കറുത്ത് പോകുന്നു. ഓസോൺ, മുമ്പ് സൂചിപ്പിച്ചതുപോലെ, റബറിൽ വിള്ളലുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. കണികാരൂ പത്തിലുള്ള മാലിന്യകാരകങ്ങൾ കെട്ടിടങ്ങളിലുള്ള പ്രതലങ്ങളെ അപര ദനം ചെയ്യാറുണ്ട്. നിലംബിതമായിട്ടുള്ള പദാർഥങ്ങൾ, വിലയിതമായ അകാർബണിക സംയുക്തങ്ങൾ മുതലായ ജലമാലിന്യങ്ങൾ പമ്പു കൾക്കും, വ്യാവസായികോപകരണങ്ങൾക്കും, പാലങ്ങൾക്കും, ഇത് പോലെയുള്ള മറ്റ് വസ്തുക്കൾക്കും കേടുകൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നു. സോണിക് ബൂം (ധ്വനിമുഴക്കം) ഉണ്ടാക്കുന്ന ശബ്ദം കാരണം ജനൽചില്ലുകൾ പൊട്ടുവാനും കെട്ടിടങ്ങൾക്കുപോലും ഹാനിയുണ്ടാവാനുമിടവരുന്നു.

ആഗോള പ്രഭാവങ്ങൾ

കഴിഞ്ഞ ഒരു ശതകമായി ഭീമമായ തോതിൽ മാലിന്യകാരകങ്ങൾ പരി സ്ഥിതിയിലേക്ക് വിസർജിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. മറ്റ് പ്രഭാവങ്ങൾക്ക് പുറമെ, ഈ മാലിന്യകാരകങ്ങൾ ഭൂമിയുടെ ആകെത്തന്നെ കാലാവസ്ഥയെ ബാധി ച്ചിരിക്കയാണ്. മനുഷ്യരുടെ പ്രവർത്തനങ്ങൾ ഏതെല്ലാം വിധത്തിൽ ലോകകാലാവസ്ഥയെ മാറ്റുന്നു എന്ന് താഴെ ചുരുക്കി വിവരിക്കുന്നു.

കാർബൺ ഡയോക്സൈഡിന്റെ വിതാനം ഉയരുന്നതുകൊണ്ട് കാലാ വസ്ഥയിലുണ്ടാകുന്ന പ്രഭാവം.

മനുഷ്യരുടെയും മൃഗങ്ങളുടെയും സസ്യങ്ങളുടെയും ശ്വസനത്തിൽ നിന്നും ജൈവികകലകളുടെ ജീർണനത്തിൽ നിന്നും ഉണ്ടാകുന്ന ഒരു ജലോല്പന്നമായിട്ടാണ് കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ് പ്രാകൃതികമായി അന്തരീക്ഷത്തിൽ വന്നു ചേരുന്നത്. ഇതിന് പുറമെ അനേകം വ്യാവസാ യികപ്രക്രിയകളും ഗാർഹികപ്രവർത്തനങ്ങളും കൂടി നൽകുന്ന ഗണ്യ മായ സംഭാവനയുമുണ്ട്. ഇപ്പോൾ അന്തരീക്ഷത്തിലുള്ള കാർബൺ ഡയോക്സൈഡിന്റെ അംശം ഇരട്ടിയായാൽ, ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിന്റെ താപനില ഏകദേശം 1.3°C ഉയരുമെന്ന് വേൾഡ് മീറ്റിയറോളജിക്കൽ ഓർഗ നൈസേഷൻ (World Meteorological Organization) പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തിയ ഒരു റിപ്പോർട്ടിൽ കാണുന്നു. (നോക്കുക: അധ്യായം 2 'വായുമലിനീകരണം'). ഭൂമിയിലുള്ള ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങൾ മുഴുവനും കത്തിക്കുകയും സംജാ തമാകുന്ന കാർബൺഡയോക്സൈഡിന്റെ പകുതി അന്തരീക്ഷത്തിൽ തങ്ങിനിൽക്കുകയും ചെയ്താൽ ഭൂതലത്തിന്റെ താപനില 2 മുതൽ 3

ഡിഗ്രിവരെ ഉയർന്നേക്കാമെന്ന് അമേരിക്കയിലെ കൗൺസിൽ ഓൺ എൻവയോൺമെന്റൽ ക്വാളിറ്റി (United States Council on Environmental Quality) കണക്കാക്കിയിട്ടുണ്ട്. ഇതിന്റെ ഫലമായി ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിലെ ഹിമം ഉരുകുവാനും സമുദ്രജലനിരപ്പ് ഉയരുവാനും ഇടയാകും. പക്ഷേ മറ്റൊരു കാരണംകൊണ്ട് ഇതിനുള്ള സാധ്യത ഇല്ല. കഴിഞ്ഞ പത്തു കൊല്ലത്തിനിടയ്ക്ക് ഭൂമി പൊതുവെ (ഉത്തരാർധഗോളത്തിലെങ്കിലും) തണുത്ത് വന്നിരിക്കയാണ്. (അടുത്ത ഖണ്ഡിക നോക്കുക). അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് വന്ന് ചേരുന്ന ധൂസരകണങ്ങൾ സൂര്യപ്രകാശത്തിന് മറയായിത്തീരുന്നതുകൊണ്ടാണിങ്ങനെ സംഭവിക്കുന്നതെന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു. രണ്ടഭിപ്രായങ്ങളും (താപനില ഉയരുകയാണ് എന്നും താഴുകയാണ് എന്നുമുള്ള വാദങ്ങൾ) ശരിയാണെന്നു തോന്നുന്നു. യാഥാർഥ്യം എന്താണെന്ന് നിർണയിക്കാൻ കൂടുതൽ ഗവേഷണങ്ങൾ നടത്തേണ്ടതുണ്ട്.

ധൂസരകണങ്ങളുടെ പ്രഭാവം

നീരാവി ഘനീഭവിച്ച് മഴത്തുള്ളികളോ തണുത്തുറഞ്ഞ് ഹിമകണങ്ങളോ ആയിത്തീരാൻ ആവശ്യമായ ന്യൂക്ളിയസ്സുകളായി വർത്തിക്കുകയാണ് ധൂസരകണങ്ങളെന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു. ധൂസരകണങ്ങൾ ഇപ്രകാരം ആകാശത്തെ മേഘാവൃതമാക്കുന്നതിനാൽ അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ കലുഷത വർധിക്കുന്നു. കലുഷത കൂടുന്തോറും, ഭൂമിയിലേക്ക് അന്തരീക്ഷം ഭേദിച്ച് എത്തിച്ചേരുന്ന സൂര്യപ്രകാശത്തിന്റെ അളവ് കുറയുന്നു. കലുഷതയിൽ പത്തുശതമാനം വർധനവുണ്ടായാൽ കാലാവസ്ഥയിൽ ഏകദേശം ഒരു ഡിഗ്രി (C) കുറവു സംഭവിക്കുമെന്ന് കണക്കാക്കിയിട്ടുണ്ട്. പക്ഷേ, ധൂസരകണങ്ങൾ സൂര്യപ്രകാശത്തിൽനിന്നും ഭൂമിയിൽ നിന്നും താപം വലിച്ചെടുക്കുന്നതിനാൽ, മേല്പറഞ്ഞ മാറ്റത്തിന് കുറച്ചൊക്കെ പരിഹാരമാകുന്ന വിധത്തിൽ, താപനില ഉയരുന്നുണ്ടാകാം.

അസാധാരണമായ രാസവസ്തുക്കളുടെ പ്രഭാവങ്ങൾ

അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ ഉപരിമണ്ഡലത്തിൽ സ്വതവേ ഇല്ലാത്ത ചില പദാർഥങ്ങൾ റോക്കറ്റുകളുടെ വിരേചകവാതകങ്ങളിലുണ്ട്. ഈ പദാർഥങ്ങൾ ഉപരിമണ്ഡലത്തെ മലിനീകരിക്കയും, ഹാനികരമായ അൾട്രാവയലറ്റ് രശ്മികളിൽ നിന്ന് ഭൂതലത്തെ സംരക്ഷിക്കുന്ന ഓസോൺ പാളിയെ ബാധിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ദശലക്ഷത്തിൽ ഏതാനും ഭാഗമെന്ന തോതിൽ മാത്രം അത്രകുറഞ്ഞ സാന്ദ്രതയുള്ള ഓസോണിനെ ആശ്രയിച്ചാണ് അൾട്രാവയലറ്റ് വികിരണത്തെ തടയുന്ന തിരസ്കരണി വർത്തിക്കുന്നത്. ഈ ഓസോൺ തിരസ്കരണിയുടെ ആവിർഭാവവും നിലനില്പും സങ്കീർണമായ രാസപ്രക്രിയകളെ അവലംബിച്ചിരിക്കുന്നു. മാലിന്യകാരകങ്ങൾ ഈ പ്രക്രിയകളെ അലങ്കോലപ്പെടുത്തിയെന്നു വരാം.

ഭൂവിനിയോഗത്തിലുള്ള മാറ്റങ്ങൾകൊണ്ട് കാലാവസ്ഥയിലുണ്ടാകുന്ന പ്രഭാവങ്ങൾ

മുഖ്യമായും ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലപരിധിയോട് ചേർന്നു നിൽക്കുന്ന നേരിയ സ്തരത്തിലൂടെയാണ് നീരാവിയും ചൂടും ഭൂമിയിലെത്തുന്നത്. ഈ അതിർത്തിയുടെ അവസ്ഥകൾക്ക് മനുഷ്യർ ഭൂമി വിനിയോഗിക്കുന്ന രീതിയനുസരിച്ച് മാറ്റങ്ങൾ വരുന്നു. ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽനിന്ന് പ്രതിഫലിക്കുന്ന പ്രകാശത്തിന്റെ തോത് സസ്യജാലങ്ങളുടെ ആവരണത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. ഭൂമിയിലേക്ക് വന്ന് ചേരുന്ന പ്രകാശത്തെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ഒരു വനപ്രദേശം ഇരുണ്ട പ്രതലമാണ്. അവിടെ താപത്തിന്റെ ഏറിയ ഭാഗവും ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ അനാവൃതമായ പ്രദേശത്ത് പതിക്കുന്ന പ്രകാശം കൂടുതലായും പ്രതിഫലിക്കപ്പെടുന്നതിനാൽ ഉള്ളിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുന്ന അംശം കുറവായിരിക്കും. എന്നുമാത്രമല്ല, സസ്യജാലങ്ങൾ ആഗിരണം ചെയ്യുന്ന താപത്തെ അവ പ്രയോജനപ്പെടുത്തുമ്പോൾ, അനാവൃതപ്രദേശത്ത് പതിക്കുന്ന പ്രകാശം പ്രതിഫലനത്തിലൂടെ പാഴാകുന്നു; ചുറ്റുമുള്ള വെള്ളവും വായുവും തപ്തമായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു. അതിനാൽ കാടുകൾ വെട്ടിത്തെളിയിച്ച് പുൽമേടുകളാക്കുകയോ കൃഷിനടത്തുകയോ ചെയ്യുമ്പോൾ ഭൂമിക്കും അന്തരീക്ഷത്തിനും തദ്ദേശീയമായി തപനാവസ്ഥയുടെ രൂപം മാറുന്നു.

ഉപസംഹാരം

മലിനീകരണം സൃഷ്ടിക്കുന്ന ആഗോളപ്രഭാവത്തിന്റെ ഒട്ടേറെ ഘടകങ്ങളെപ്പറ്റി ഇന്ന് അറിവുണ്ടായിട്ടുണ്ടെങ്കിലും, ദീർഘകാലാടിസ്ഥാനത്തിലുണ്ടാകാവുന്ന പ്രഭാവങ്ങൾ ഇപ്പോഴും അജ്ഞാതമായിരിക്കുന്നു. അന്തരീക്ഷത്തിനകത്തും, സമുദ്രവും വായുമണ്ഡലവും തമ്മിൽ സന്ധിക്കുന്ന മേഖലയിലും സംഭവിക്കുന്ന, ഭൗതികവും രാസീയവുമായ, പ്രക്രിയകളെപ്പറ്റി നമുക്കുള്ള പരിജ്ഞാനം ഇന്നും തൃപ്തികരമല്ല. പരിവർത്തനങ്ങളുടെ പ്രാകൃതികവും ദീർഘകാലാശ്രിതവുമായ ആന്ദോളനങ്ങളെക്കുറിച്ച് വേണ്ടത്ര അറിവ്, നേടിക്കഴിഞ്ഞാലല്ലാതെ, സംദൂഷകങ്ങൾ ഭൂമിയുടെ കാലാവസ്ഥയിൽ ചെലുത്തുന്ന ആഘാതത്തെ തിട്ടപ്പെടുത്തുവാൻ നമുക്ക് സാധ്യമല്ല. അതുകൊണ്ട് ഈ രംഗത്തുള്ള ഗവേഷണങ്ങൾ തുടർന്നുകൊണ്ടുപോകേണ്ടത് ആത്യാവശ്യമാണ്.

ഗ്രന്ഥസൂചി

American Public Health Association. "*Methods of Air Sampling and Analysis*" APHA Washington.

American public Health Association. "*Standard Methods for the Examination of Water and Waste water*". 13th edition-APHA, 1971

American Society for Testing and Materials—

"*A Manual on water*". Special Publication, No. 442-ASTM, 1969

American Society for Testing and Materials

"*Manual on water*". ASTM special Technical Publication No. 442 ASTM, 1969

American Public Health Association. "*Standard Methods for the Examination of water and waste water*" APHA, Washington. DC, 1971

Bach and Wilfrid, "*Atmospheric Pollution*"—McGraw-Hill Book Co., New York, 1972

Battan, L.J. "*The Unclean Sky*", Doubleday and Co., New York, 1966

Bennett, M.K. "*The World's Food*" Harper, New York, 1954

Bess elie ore, "*The Treatment of Industrial wastes*". Mc Graw Hill, New York, 1969

Brodine, V. "*Air Pollution*"—Harcourt Brace Joranovich, New York, 1971

Burns, W. "*Noise and Men*". J.B. Lippincott Co., Philadelphia, 1969

Camp, T.R. "*Water and its Impurities*" Litton Educational Publisher, Van Nortrand-Reinhold Books, New York, 1963

Carr, D.E. "*Death of the Sweet Waters*". W.W. Norton and Con., New York, 1966

Colas, R. "*Reuse of Water in Industry*". Butterworths, London, 1963

Council on Environmental Quality, "*Toxic substances*". U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C., 1971

Department of Economic and Society Affairs, United Nations, "*The Population Debate*".

Detwyer and R. Thomas (editions).

Dimensions and perspectives-papers of the world conference

Bucharest 1974, United Nations Publication, New York, 1975

"*Man's Impact on Environment*" Mac Graw Hill Book Co., New York, 1971

Ehrlich Paul. "*The Population Bomb*"—Bullantire Books, New York, 1968

Ehrlich, P.R. and Ehrich, A.H. "*Population Resources, Environment*" W.H. Freeman, San Francisco, 1970

Ehrich, R. Paul, John Holden and Richard W. Holm (editors). "*Man and the Ecosphere*" W.H. Freeman & Co., San Francisco, California, 1971

Environmental studies Board, "*Water Quality Criteria*". National Academy of Sciences, Washington, D.C., 1972

Fair, Geyer and Okun, "*Water Supply and Waste water Disposal*" John Wiley and sons, New York, 1963

Fair, Geyer and Okun, "*Water and Waste Watet Engineering*" Volume-2 John Wiley & Sons, New York, 1968

Fried lander, G.J.W. Kennedy, J.N. Miller, *Nuclear and Radio-Chemistry*" 2nd edition, John Wiley and Sons. Inc., New York, N.Y. 1964

Glasstone, S. (Editor). "*The Effects of Nuclear Weapons*" U.S. Govt. Printing Office Washington, D.C., 1957

Glasstone, S. *Source book on Atomic Energy*", 3rd Ed., D. Van Norstrand Co. Inc. Princeton, N.J. 1967

Her Majesty's Stationary Office, "*Royal Commission on Environmental Pollution*" First Report, HMSO, London, 1971

Her Majesty's Stationary Office. "*Royal Commission on Environment Pollution.*" Second Report-HMSO, London, 1972

Her Majesty's Stationary Office. "*The Protestion of the Environment*". HMSO, London, 1972

Her Majesty's Stationary Office "*Towards Cleaner Air*". HMSO London, 1973

Her Majesty's Stationary Office. "*Royal Commission on Environmental Pollution*". HMSO London, 1973

Her Majesty's Stationary Office, "*Water Pollutian Control Engineering*", HMSO, London, 1970

Her Majesty's Stationary Office, "*Oil Pollution of the Sea and Shore* HMSO, London, 1972

Her Majesty's Stationary Office. "*Coastal Pollutions*". HMSO, London 1968

Her Majesty's Stationary Office. "*Pollution Nuisance or Nemesis*" HMSO, London, 1972

Her Majesty's Stationary Office. "*Disposal of Solid Toxic Wastes*", HMSO, London, 1970

Her Majesty's Stationary Office, "*Royal Commission on Environmental Pollution*". First Report, HMSO, London, 1971

Her Majesty's Stationary Office. "*Royal Commission on Environmental Pollution*", Second Report. HMSO, London, 1972

Her Majesty's Stationary Office. "*Pollution : Nuisance or Nemesis*" HMSO, London, 1972

Hodges, Laurent, "*Environmental Pollution*". Holt, Reinhart and Winston, Inc., New York, 1973

Horward R , Lewis. "*With Every Breath You Take*". Crown Publishers New York, 1965

Indian Standards Institution. "*Tolerance Limits for Industrial Effluents Discharged into Inland Surface Waters*". Is 2490—1963-ISI, Delhi, 1963

Indian Standards Institution, "*Tolerance limits for sewage Effluents Discharged into Inland surface waters*". Is 4764, 1968

Indian Standards Institution. "*Tolerance limits for Industrial Effluents Discharged into Public Sewers*". IS 3306, 1965 ·

Indian Council of Medical Research, "*Manual of Methods for the Examination of Water Sewage and Industrial Wastes*. Special Report series No—47 ICMR, 1963

Indian Council of Medical Research, "*Manual of Standards of Quality for Drinking Water supplies*, special Report Series No. 44, 19'5

Jones, J.R. Erichsen, "*Fish and River Pollution*." Butterworths, London, 1964

Jones Erichen, "*Fish and River Pollution*" Butterworths London, 1864

Kent James, A. (Editor). "*Reigets Industrial Chemistry*." Asia Publishing House, 1962

Klein, Louis. "*River Pollution—Vol. II. Causes and Effects*." Butterworths, London, 1962

Klein Louis Bolton, "*Sewage Treatment-Basic Principles and Methods.*" Butterworths, London, 1971

Klein Louis. "*River Pollution Volume I Chemical Analysis.*" Butterworths, London, 1967

Krenkel, P.A. and F 1-Parker, "*Biological Aspects of Thermal Pollution.*" Vanderbill-University Press, Nash Ville, 1969

Kryter K.D. "*The Effects of Noise on Man*" *Academic Press*, New York, 1970

Mc Kee J.E. and Wolf, H.W. "*Water Quality Criteria*". Second edition, California State Water Quality Control Board, Publication No. 3 : A, 1963

Masters, Gilbert M. *Introduction to Environmental Science and Technology*, John Wiley and sons, New York, 1974

Mc Cullough, C.R. "*Safety Aspects of Nuclear Reactors.*" D. Van Nostrand Col. Inc., Princeton., N.J., 1957

Mc Kee Jack Edward, Harold W. Wolf. "*Water Quality Criteria*" Revised 1963 Publication No. 3 A State Water Resources Control Board, 1963

Miller, W.J. "*Disposal of Sewage and Other water-born Wastes*". Second edition Butterworths, London, 1971

Nemerow, N.L. "*Theories and Practices of Industrial Waste Treatment.*" Addition Westay Publishing Company, 1963

Nicholson & Max. "*The Environmental Revolution*" Mc Graw Hill Book & Co., New York, 1970

Nordell, E. "*Water Treatment for Industrial & Other Uses*". Reinhold Publishing Corporation, New York, 1951

Perkins, H, "*Air Pollution*", McGraw-Hill Book Co., New York, 1974

Ross, Rudolf. "*Industrial Waste Disposal*" Van Nostrand Reinhold Company, 1968

Sawyer, "*Chemistry for Sanitary Engineers*". Second Edition Mc Graw Hill, New York, 1967

Shank, Robert Cruick, "*Medical Microbiology*" Vol. I & II, Twelth Edition. ELBS & E&S Livingston, 1975

Steward, P. and Stolman, A. "*Toxiology*" (Mechanisms and Analytical Methods). Academic Press. New York, 1964

Southgate, B.A. "*Treatment and Disposal of Industrial Waste Waters,*" Her Majesty's Stationary Office, London, 1948

Steel, E.W. "*Water Supply and Sewage*" Fourth Edition Mc Graw Hill, New York, 1960

Singer, S.F. (Editor). "*Global Effects of Environmental Pollution Springer*" Verlag New York, Inc., New York

Stern, A.C. (Editor)." *Air Pollution*", Volume I, II & III

Small, W.E. "*Third Pollution*" Frederick A., Praeger, Inc. New York, 1970

Taylor Edwin Windle. "*The Examination of Water and Water Supplies*" Sixth Edition J.A. Churchil Ltd., London, 1949

Tilden, Josephine E. "*The Algae & their Life Relations*", Second Edition, Hafner Publishers, 1968

Turk, A., Turk, J. and Wittes, J.T. *Ecology Pollution Environment* W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1972

U.S. Environmental Protection Agency, "*Energy Recovery from Waste EPA*" Washington, D.C., 1972

Valentine, H.R. "*Water in the Service of Man*" Penguing Books, 1967

Vesilind, P. Aarne, "*Environmental Pollution and Control*" Ann Arbor Science—Ann Arbor Michigan, 1975

Ward & Whipple. "*Fresh Water Biology*" Second Edition John Wiley & Sons, New York, 1966

Wagner & H. Richard. "*Environment & Man*", W.W. Norton & Co., New York, 1971

World Health Organisation, "*Health Hazards of the Human Environment*", WHO Geneva, 1972

World Health Organisation" *Soil-Transmitted Helminths*", WHO Technical Report Series No. 277 WHO, Geneva, 1964

World Health Organisation. Expert Committee on the Control of Ascariesis. WHO Technical Report Series No. 379. WHO, Geneva, 1967

World Health Organisation. "*Air Pollution*" WHO Technical Report Series No. 157, 1958

World Health Organisation. *Air-Pollution*—WHO, 1961

World Health Organisation. "*Atmospheric Pollutants*" WHO Technical Report Series No. 271, 1964

World Health Organisation "*International Standards for Drinking Water*". Second Edition, WHO, 1963

World Health Organisation. "*European Standards for Drinking Water.*" Second Edition WHO, 1963